

ANNUAL LETTER

1980

PSM FOREST AND RANGE
EXPERIMENT STATION

OCT 5 1981

STATION LIBRARY COPY



INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY

RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION
INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY
UNIVERSITY OF PUERTO RICO AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
POST OFFICE BOX A Q
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO 00928
June 1981



TABLE OF CONTENTS

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Introduction | A. E. Lugo and J. Feheley |
| Research in Plantation Culture | L. H. Liegel |
| Research in Natural Forests | P. L. Weaver |
| Research by Institute Cooperators | A. E. Lugo |
| Research in Wildlife | W. J. Arendt |
| Special Studies | F. H. Wadsworth |

* * *

Introducción

Ariel E. Lugo y JoAnne Feheley
Ecólogo de investigaciones y técnica de bibliotecas

En el 1980 el personal del Instituto de Dasonomía Tropical (IDT) completó 21 publicaciones sobre investigaciones, presentó 6 ponencias en conferencias locales, 3 en nacionales y 7 en internacionales (Tabla 1); participó en 3 grupos de trabajo locales, 5 nacionales y 3 internacionales (Tabla 2); y se involucró en el asesoramiento sobre dasonomía a los gobiernos de Santa Lucía, Santa Cruz, Sarawak, Puerto Rico, Dominica, Méjico y Florida, E.U.A. El personal también dictó conferencias a clases en las siguientes universidades: Yale, Universidad de Illinois, Universidad de Puerto Rico, Universidad del Estado de Nueva York en Oneonta, Eisenhower College y Michigan State. Además, el Instituto auspició dos simposios internacionales, un simposio sobre bosques de Puerto Rico y una serie de seminarios. Los simposios internacionales trataron sobre la importancia de los bosques tropicales en el ciclo global del CO₂ y la producción de madera en plantaciones en los neotrópicos. Las actas del primer simposio se publicaron y las del segundo se están editando.

El Instituto genera dos boletines sobre dasonomía de alcance internacional. J. L. Whitmore, como coordinador del Grupo IUFRO S1.07.09, Producción de madera en los neotrópicos vía plantaciones (Wood Production in the Neotropics through Plantations), continuó editando el boletín del grupo el cual se publicó y se diseminó a sus 300 miembros.

El otro boletín es de la Sociedad Internacional de Dasonomos Tropicales [International Society of Tropical Foresters (ISTF)]. La ISTF, fundada por Tom Gill en 1961 y dirigida por él hasta su fallecimiento en el 1972, fue reactivada por la Sociedad de Dasonomos Americanos (Society of American Foresters) en marzo de 1980 y ahora tiene aproximadamente 500 miembros. Actualmente su boletín es editado en el Instituto por F. H. Wadsworth.

La biblioteca del IDT participó en muchas actividades de recopilación de información durante el año, gran parte de ellas para agrupar las referencias del libro sobre silvicultura tropical que F. H. Wadsworth está escribiendo.

El Servicio Forestal de los Estados Unidos (U.S. Forest Service) está en proceso de revisar su Manual de Silvicultura que ahora incluirá especies tropicales. Se analizó la literatura sobre las ocho especies asignadas a IDT.

Clasificamos y catalogamos aproximadamente 100 nuevas adquisiciones de las cuales alrededor de una cuarta parte son microfilmes de tesis doctorales de la Universidad de Oxford. Además, archivamos geográficamente más de 2,000 publicaciones de investigaciones provenientes de todas partes del mundo, y enviadas por agencias forestales gubernamentales y otras instituciones forestales. El Instituto adquirió para la biblioteca un equipo de procesar en seco microfilme, lector e impresor, el cual facilita las labores. Todavía se utiliza la máquina vieja y se le añadió la pieza de microfiche.

Introduction

Ariel E. Lugo and JoAnne Feheley
Research Ecologist and Library Technician

During 1980, the Institute staff completed 21 research publications, presented 6 papers in commonwealth, 3 in national, and 7 in international conferences (Table 1); participated in 3 commonwealth, 5 national, and 3 international committees or working groups (Table 2); and were involved in providing advice in forestry to the governments of Saint Lucia, Saint Croix, Sarawak, Puerto Rico, Dominica, Mexico and Florida, USA. Staff also lectured to classes in the following colleges and universities: Yale, University of Illinois, University of Puerto Rico, State University of New York at Oneonta, Eisenhower College, and Michigan State. In addition, the Institute sponsored two international symposia, a symposium on Puerto Rican forests, and a seminar series. The international symposia were in the role of tropical forests in the world carbon cycle, and in wood production in the neotropics via plantations. Proceedings of the first symposium are published and those for the second are being edited.

The Institute is the source of two forestry newsletters of international scope. J. L. Whitmore, as coordinator of the IUFRO Group S1.07.09, Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de Plantaciones (Wood Production in the Neotropics through Plantations), continued editing the group's newsletter which was published and disseminated to its 300 members.

The second, is a quarterly newsletter of the International Society of Tropical Foresters. The ISTF, founded by the late Tom Gill in 1961 and directed by him until his death in 1972, was reactivated by the Society of American Foresters in March 1980, and now has nearly 500 members. The newsletter is currently edited at the Institute by Frank Wadsworth.

The ITF Library was involved in many information gathering activities during the year, much of which was related to retrieving references for the book on tropical silviculture which Dr. Frank Wadsworth is presently writing.

The U. S. Forest Service is in the process of revising its Silvics Manual which will now include tropical species. Literature searches were done on the eight species assigned to ITF.

We classified and catalogued approximately 100 new acquisitions during the year, about a fourth of which are microfilms of Oxford University doctoral theses. In addition to these, we received and placed in our geographical files more than 2,000 other research publications from governmental forestry departments and other forestry and forestry related institutions worldwide. The Institute purchased a new dry process microfilm reader-printer for the library which greatly facilitates our work. Our old machine is still being used and has been equipped with the microfiche attachment.

This annual letter generates many requests for publications, and during 1980, the library responded to nearly 1,000 written requests for

Esta carta anual motiva muchas solicitudes de publicaciones y durante el 1980 la biblioteca contestó cerca de 1,000 solicitudes de material informativo sobre silvicultura tropical disponibles para distribución y referencias relacionadas con temas forestales-ecológicos. El apéndice contiene una lista de publicaciones del 1980 y otras que aún están disponibles para distribución.

Para fines del año el Instituto tenía alrededor de 20 convenios cooperativos sobre investigaciones y de otros tipos (Tabla 3) y actuó como anfitrión de los siguientes científicos visitantes: Sandra Brown de la Universidad de Illinois; Jorge Frangi del Museo de la Plata, Universidad de la Plata en Argentina; Carl Jordan de la Universidad de Georgia; Stanley Temple y Lloyd Keith de la Universidad de Wisconsin y Alex Cruz de la Universidad de Colorado. Más de 50 personas de por lo menos 15 países visitaron el Instituto.

Cambios en el personal incluyen la renuncia de Thomas Schubert y Violeta Rebollo, el traslado de Jacob Whitmore a la Oficina de Dasonomía Internacional en Washington (Washington International Forestry Office) y la adición de Bárbara Cintrón y Carlos Domínguez al personal científico y técnico, respectivamente.

El 29 de mayo de 1980, el Secretario de Recursos Naturales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Hon. Fred V. Soltero Harrington, declaró formalmente el Bosque Experimental de Luquillo como Reserva Biosférica.

tropical forestry material which we have available for distribution, and for references related to forestry-ecology topics. The appendix contains a list of the 1980 and other publications that are still available for distribution.

By the end of the year, the Institute had about 20 research and other types of cooperative agreements (Table 3) and hosted the following visiting scientists: Sandra Brown from the University of Illinois; Jorge Frangi from the Museo de la Plata, Universidad de la Plata, in Argentina; Carl Jordan from the University of Georgia; Stanley Temple and Lloyd Keith from the University of Wisconsin; and Alex Cruz from the University of Colorado. Other visitors to the Institute totaled over 50 from more than 15 countries.

Staff changes included the resignations of Thomas Schubert and Violeta Rebollo, the transfer of Jacob Whitmore to the Washington International Forestry Office, and the additions of Barbara Cintrón and Carlos Domínguez to the scientific and technician staffs respectively.

The Luquillo Experimental Forest was formally dedicated as a Biosphere Reserve on May 29, 1980 by the Commonwealth Secretary of Natural Resources, Hon. Fred V. Soltero Harrington.

Table 1. Conferences attended by Institute staff during 1980.

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • University of Puerto Rico Congress on Scientific Investigations • Watershed Management Workshop • Symposium on Natural Resources • Symposium on Fuel and Feedstocks from Tropical Biomass • Seminar Series of the Institute of Tropical Forestry • Wildlife Symposium | <ul style="list-style-type: none"> • Fish and Wildlife Service Workshop on Coastal Ecosystem Management (Florida Keys) • Conference on Environmental Quality and Development Bank in Washington • Symposium on Tropical Forests, Utilization, and Conservation (Yale University) | <ul style="list-style-type: none"> • Symposium Signalling the Completion of the Flora of Panama • Workshop on Oil Spills in the Caribbean (San Juan, P. R.) • Course on Environmental Planning in Mérida, Venezuela • Wetlands Conference in Corrientes, Argentina • Role of Tropical Forests in the World Carbon Cycle • Wood Production in the Neotropics via Plantations • Symposium on Biosphere Reserves (Mexico) • UNEP Meeting of Experts on Tropical Deforestation (Kenya) |

Table 2. Committees or delegations with Institute staff participation. Chairmanship by Institute staff is signalled by (*)

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ° University of Puerto Rico Presidents Center for Energy and Environment Research Senior Advisory Board ° Federal Executives Association ° Science Teachers' Association* ° Coastal Zone Management Advisory Group ° Puerto Rico Conservation Trust Technical Advisory Group | <ul style="list-style-type: none"> ° MAB 7-B Caribbean Islands ° MAB-1 Tropical Forests* ° National Academy of Sciences Research Council's Committee on Ecological Problems in the Humid Tropics ° U. S. Forest Service's Tropical Forestry Working Group ° National Academy of Sciences Research Council's Committee on Research Priorities in Tropical Biology ° Board of Directors American Forestry Association ° World Forestry Committee, Society of American Foresters ° Puerto Rican Parrot Recovery Team* | <ul style="list-style-type: none"> ° FAO North American Forestry Commission Study Group on Silviculture (Hawaii)* ° Joint Session FAO - North American and Latin American Forestry Commission (Mexico) ° FAO - Committee on Tropical Forestry (Rome) |

Table 3. Active memoranda of understanding and cooperative agreements of the Institute of Tropical Forestry

-
1. McIntyre-Stennis Cooperative Forestry Research Program
 2. Research studies in the Virgin Islands
 3. University of Puerto Rico - College of Agricultural and Mechanical Arts at Mayaguez
 4. University of Tennessee
 5. Osvaldo Olmos for conducting silvicultural experiments
 6. Puerto Rico Department of Natural Resources, U. S. Dept of the Interior, Bureau of Fisheries and Wildlife (Puerto Rican Parrot)
 7. University of Puerto Rico - Agricultural Experiment Station for conducting forestry research work
 8. University of Puerto Rico for cafeteria building
 9. National Academy of Sciences (Selected Biological Problems in the Humid Tropics Committee)
 10. University of Puerto Rico - Center for Energy and Environment Research
 11. Island Resources Foundation
 12. University of Georgia, Research Foundation, Institute of Ecology
 13. University of Wisconsin for conducting wildlife research
 14. University of Florida
 15. MAB Research Project: "Dynamics of Tropical Tree Plantations in a MAB Biosphere Reserve" - A. E. Lugo and L. H. Liegel
 16. MAB Research Project: "Tree Growth as a Guide to Management of Second Tropical Forests" - F. H. Wadsworth
 17. Caribbean National Forest
 18. National Research Council (Fellowship for Dr. Alex Cruz)
 19. University of Puerto Rico - Center for Energy and Environment Research (CEER Project No. 44) "Evaluation of Woody Biomass Species as a Renewable Energy Source"
 20. University of Puerto Rico - Center for Energy and Environment Research (CEER Project No. 39) "Growth Potential and Regional Adaptability of Copaifera Species in Puerto Rico"

Investigaciones sobre cultivo en plantación

Leon H. Liegel
Científico de Suelos

Data publicada

Los resultados de las pruebas de espaciamiento de Pinus caribaea var. hondurensis (Pino hondureño) establecidas a principios de la década de 1960 fueron publicados por Whitmore y Liegel (1980). Los espaciamientos fueron de 1.5, 2.1, 3.0 y 4.3 m (5, 7, 10 y 14 pies). Se sembraron parcelas de 60 árboles en cuatro sitios distintos por cada espaciamiento. Los datos analizados se obtuvieron en 1975 de medidas tomadas en las parcelas interiores de 12 árboles por cada espaciamiento en todos los sitios. En la Tabla 1 se resume la data sobre edad, supervivencia y crecimiento.

La supervivencia fue buena en todos los sitios y no tuvo relación con el espaciamiento. No hubo tendencia evidente de incremento en la mortalidad por espaciamiento lejano o cercano según hallaron algunos investigadores en otras pruebas de espaciamiento. Aparentemente, el pino hondureño puede sobrevivir bien en un espaciamiento cercano hasta 14 años.

El crecimiento anual medio de altura se afectó significativamente en todos los sitios debido al espaciamiento, salvo en Guzmán (Fig. 1a). La tendencia general fue que en el espaciamiento más amplio se produjo árboles más altos. El incremento anual medio de diámetro aumentó progresivamente de menor a mayor espaciamiento en todos los sitios (Fig. 1b). Área basal total y volumen total del pino hondureño en las pruebas de Puerto Rico (Tabla 1) son bastante altas cuando se comparan con los resultados de pruebas de crecimiento de "slash pine" (P. elliottii) y "loblolly pine" (P. taeda) plantados en rodales comerciales sin aclarear y de espaciamiento similar en el sur de los Estados Unidos. La data de crecimiento del pino hondureño en Puerto Rico es tan buena o mejor que la informada sobre la misma especie en otras áreas tropicales. El próximo año se analizarán más a fondo para determinar los efectos de espaciamiento y competencia sobre diámetro, altura y supervivencia hasta el 1979.

La data de altura y diámetro y 15 características adicionales de 16 procedencias de P. caribaea y 15 procedencias de P. oocarpa sembradas cerca de Añasco, Puerto Rico, se presentó en una ponencia voluntaria de Liegel, Barnes y Gibson en el "Simposio y taller sobre mejoramiento genético y productividad de especies de árboles de crecimiento rápido", en Sao Paulo, Brazil, del 22 al 25 de agosto de 1980. El crecimiento durante seis años de las seis mejores procedencias de las dos especies fue similar, pero las mejores procedencias de P. oocarpa tuvieron menor supervivencia, menores longitudes internodales y menor producción de flores, sin embargo, tuvieron mayor frecuencia de tallo doble que las procedencias de P. caribaea. Las procedencias de P. caribaea tuvieron mayores volúmenes en diámetro con corteza, mayores áreas basales y fustes más derechos que las procedencias de P. oocarpa.

Research in Plantation Culture

Leon H. Liegel
Soil Scientist

Published Data

Results of Pinus caribaea var. hondurensis (Honduras pine) spacing trials established in the early 1960's were published by Whitmore and Liegel (1980). Spacing treatments were 1.5, 2.1, 3.0, and 4.3 m (5, 7, 10, and 14 ft). Two 60-tree plots for each spacing treatment were planted on four different sites. Analyzed data were obtained in 1975 from measurements on the 12-tree interior plots for each spacing at all sites. Age, survival, and growth data are summarized in Table 1.

Survival was good at all sites and was not related to spacing. There was no clear trend of increasing mortality from wide to close spacing as researchers have found in other spacing trials. Apparently, Honduras pine can survive well at close spacing even through 14 years.

Spacing significantly affected mean annual height growth at all sites except Guzman (Figure 1a). The general trend was for wider spacing to produce taller trees. Mean annual diameter increment increased progressively from narrow to wider spacings at all sites (Figure 1b). Total basal area and total volume figures for Honduras pine in the Puerto Rico trials (Table 1) are quite high if compared to rates for similarly spaced, unthinned commercial stands of slash (P. elliottii) and loblolly (P. taeda) pine grown in the Southern United States. But growth rates for Honduras pine in Puerto Rico are as good as or are better than rates reported for the same species grown in other tropical areas. In the coming year additional analyses will be made to determine spacing and competition effects on diameter and height growth as well as survival on a yearly basis, through 1979.

Data on height and diameter growth and 15 additional traits of 16 P. caribaea and 15 P. oocarpa provenances planted near Añasco, Puerto Rico were presented in a volunteer paper by Liegel, Barnes, and Gibson at the IUFRO Symposium and Workshop on Genetic Improvement and Productivity of Fast-Growing Tree Species in Sao Paulo, Brazil, August 25-30, 1980. Six-year growth for top-ranked provenances of both species was similar but the best P. oocarpa provenances had lower survivals, lower internode lengths, lower conelet frequencies, but higher forking frequencies than P. caribaea provenances. The P. caribaea provenances had higher over-bark volumes, higher basal areas, and better stem straightness than P. oocarpa provenances.

Results from these ITF studies were presented at the joint IUFRO/MAB/ITF Symposium on Wood Production in the Neotropics via Plantations, September 8-12, 1980. J. L. Whitmore summarized 2-, 5-, and 8-year old provenance trials of Eucalyptus deglupta, E. alba, and E. urophylla replicated at two sites. Total height and diameter growth were least for E. alba; the respective means for two provenances were 13.9 m and 12.6 cm. Mean heights and diameter for E. deglupta ranged from 16.0 to 26.9 m and 13.6 to 25.2 cm; for E. urophylla the range was 13.3 to 22.0 m and 10.6

Los resultados de dichos estudios del IDT se presentaron en el "Simposio de producción de madera en los neotrópicos vía plantaciones", ofrecido conjuntamente por IUFRO/MAB/IDT, del 8 al 12 de septiembre de 1980. J. L. Whitmore resumió las pruebas de procedencia de 2-, 5- y 8-años de Eucalyptus deglupta, E. alba y E. urophylla, con tratamientos replicados en dos sitios. El crecimiento total de altura y diámetro fue menor para E. alba; la media respectiva de dos procedencias fue 13.9 m y 12.6 cm. Altura media y diámetro de E. deglupta fluctuó de 16.0 a 26.9 m y de 13.6 a 25.2 cm; la de E. urophylla de 13.3 a 22.0 m y de 10.6 a 25.2 cm. Las procedencias que crecieron bien en un sitio (Río Abajo: suelo arcilloso o limoso arcilloso) no crecieron bien en otro (Yabucoa: suelo franco arenoso). Las tres excepciones fueron E. deglupta de Mindanao en las Filipinas, Keravat en Nueva Britania y E. urophylla de Timor, Indonesia. Los daños de vientos huracanados en 1979 fueron mayores en Yabucoa y las procedencias de E. alba y E. urophylla fueron afectadas más que las de E. deglupta.

Whitmore y de Barros resumieron los resultados de seis años sobre las pruebas de procedencias de Pinus kesiya y P. merkusii que se duplicaron en dos sitios. El crecimiento de tres procedencias de P. merkusii fue bajo y la mortalidad muy alta (véase referencia anterior del fracaso de P. merkusii en Puerto Rico; Whitmore, 1972, Turrialba 22:351-353). El crecimiento en altura y diámetro de la mejor procedencia de P. kesiya (7.7 m y 14.1 cm) fue casi igual al de P. caribaea var. hondurensis, usado como estándar en la prueba (8.9 m y 15.2 cm). Sin embargo, la supervivencia fue un poco menor para P. kesiya (61%) que para el pino hondureño (69%). Por lo tanto, el P. kesiya podría ser una alternativa para el pino hondureño en algunos sitios en Puerto Rico.

Geary y Nobles revisaron el crecimiento y la supervivencia de 14 especies exóticas puestas a pruebas de adaptabilidad en siete sitios en la isla de Santa Cruz, Islas Vírgenes, E.U.A. Las cinco coníferas, inclusive el pino hondureño, no crecieron bien. La supervivencia de las nueve especies latifoliadas puestas a prueba fue usualmente satisfactoria. El crecimiento de altura y diámetro varió mucho entre las especies y los sitios probados. Swietenia macrophylla x mahagoni tuvo un incremento anual medio de altura de 0.9 en 9 años. En los dos mejores sitios, S. macrophylla x mahagoni y Cedrela odorata tuvieron diámetros de 18 y 20 cm respectivamente después de 10.5 años.

Manuscritos en preparación

Mencionaremos varios puntos sobresalientes de los trabajos en progreso. En ocho sitios en Puerto Rico, las cuatro mejores procedencias de 15 P. oocarpa en las Pruebas Internacionales de Pino de Oxford, de 5 a 6 años, fueron casi siempre de Mountain Ridge, en Belize; Yucual, Rafael y Camelias, en Nicaragua. Las cinco mejores procedencias tuvieron promedios de 1.9 m y 2.6 cm en altura anual media y crecimiento diametral en los ocho sitios.

En otras pruebas de procedencia similares en años, también establecidas en cooperación con la Universidad de Oxford, cuatro procedencias estuvieron consistentemente entre las cinco primeras, en cinco o más de

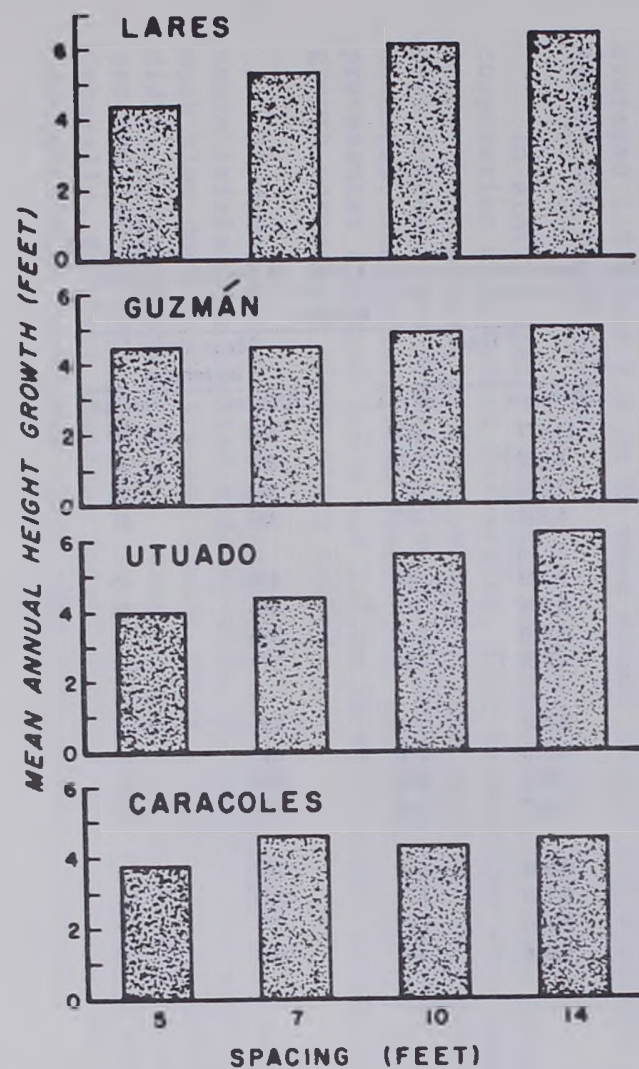


Figure 1a- Mean annual height increment for triangular spacing trials of *Pinus caribaea* in Puerto Rico. ^{1/}

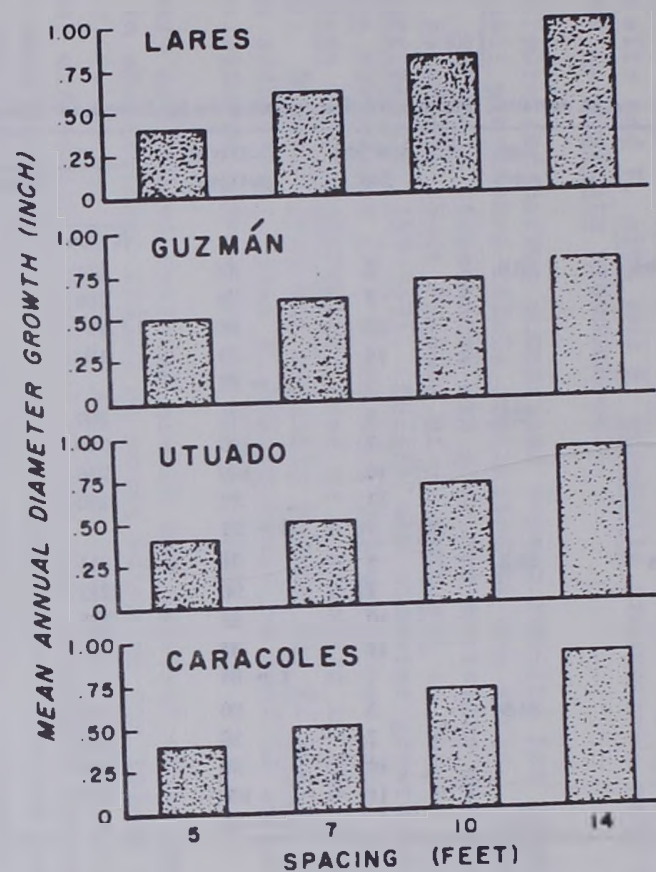


Figure 1b- Mean annual diameter increment for triangular spacing trials of *Pinus caribaea* in Puerto Rico. ^{1/}

^{1/}From Whitmore and Liegel, 1980.

Table 1. — Age, survival, and growth data summaries for triangular spacing trials of *Pinus caribaea* in Puerto Rico. Based on measurement of the 12-tree interior plots ^{1/}

| Site | Age years | Spacing feet | Survival percent | Basal Area | | | | Volume | | | |
|-----------|--------------|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| | | | | Total | | Mean annual increment | | Total | | Mean annual increment | |
| | | | | ft ² /acre | m ² /ha | ft ³ /acre | m ³ /ha | ft ³ /acre | m ³ /ha | ft ³ /acre | m ³ /ha |
| Caracoles | 13.6 | 5 | 83 | 381 | 87 | 28.0 | 6.4 | 11,477 | 803 | 844 | 59 |
| | | 7 | 79 | 259 | 60 | 19.0 | 4.4 | 8,257 | 578 | 607 | 42 |
| | | 10 | 88 | 247 | 57 | 18.2 | 4.2 | 7,531 | 527 | 554 | 39 |
| | | 14 | 79 | 163 | 37 | 12.0 | 2.7 | 5,238 | 367 | 385 | 27 |
| | | | \bar{x} = 82 | | | | | | | | |
| Utuaado | 12.5 | 5 | 71 | 260 | 60 | 20.8 | 4.8 | 7,199 | 504 | 576 | 40 |
| | | 7 | 100 | 278 | 64 | 22.2 | 5.1 | 8,291 | 580 | 663 | 46 |
| | | 10 | 100 | 206 | 47 | 16.5 | 3.8 | 7,310 | 512 | 585 | 41 |
| | | 14 | 92 | 170 | 39 | 13.6 | 3.1 | 4,715 | 330 | 377 | 26 |
| | | | \bar{x} = 91 | | | | | | | | |
| Guzmán | 12.3 | 5 | 71 | 311 | 71 | 25.3 | 5.8 | 9,322 | 646 | 751 | 53 |
| | | 7 | 96 | 282 | 65 | 22.9 | 5.3 | 8,518 | 596 | 693 | 48 |
| | | 10 | 88 | 205 | 47 | 16.7 | 3.8 | 6,470 | 453 | 526 | 37 |
| | | 14 | 83 | 125 | 29 | 10.2 | 2.4 | 3,827 | 268 | 311 | 22 |
| | | | \bar{x} = 84 | | | | | | | | |
| Lares | 11.5 | 5 | 96 | 311 | 71 | 27.0 | 6.2 | 8,988 | 629 | 782 | 55 |
| | | 7 | 96 | 268 | 62 | 23.3 | 5.4 | 8,770 | 614 | 763 | 53 |
| | | 10 | 88 | 225 | 52 | 19.6 | 4.5 | 8,130 | 569 | 707 | 49 |
| | | 14 | 100 | 193 | 44 | 16.8 | 3.8 | 6,946 | 486 | 604 | 42 |
| | | | \bar{x} = 95 | | | | | | | | |

^{1/}From Whitmore and Liegel, 1980.

to 25.2 cm. Provenances performing well at one site (Río Abajo: clay or silty clay loam soil) did not perform well at the other site (Yabucoa: sandy loam soil). Three exceptions were, E. deglupta from Mindanao in the Philippines, Keravat in New Britain, and E. urophylla from Timor in Indonesia. Damage from hurricane winds in 1979 was greatest at the Yabucoa site and E. alba and E. urophylla provenances were more affected than were E. deglupta provenances.

Whitmore and Barros summarized 6-year results for Pinus kesiya and P. merkusii provenance trials replicated at two sites. Growth of the three P. merkusii provenances was poor and mortality was very high (see earlier reference about failure of P. merkusii in Puerto Rico; Whitmore, 1972, Turrialba 22:351-353). Height and diameter growth of the best P. kesiya provenance (7.7 m and 14.1 cm) was about equal to that of P. caribaea var. hondurensis, used as a standard in the trial (8.9 m and 15.2 cm). But survival was slightly poorer for P. kesiya (61%) than for Honduras pine (69%). Thus P. kesiya could be used as an alternative for Honduras pine on some sites in Puerto Rico.

Geary and Nobles reviewed growth and survival of 14 exotic species tested in adaptability trials at seven sites on the island of St. Croix, in the U. S. Virgin Islands. All five conifers tested, including Honduras pine, did poorly. Survival of the nine broadleaf species tested was usually satisfactory. Height and diameter growth varied greatly among species and sites tested. Swietenia macrophylla x mahagoni had a mean annual height increment of 0.9 m at 9 years. On the two best sites, S. macrophylla x mahagoni and Cedrela odorata had diameters of 18 and 20 cm respectively after 10.5 years.

Manuscripts in Preparation

Several noteworthy items can be reported from forthcoming papers. At eight sites in Puerto Rico the top four of 15 P. oocarpa provenances in Oxford International Pine Provenance Trials, 5- to 6-years old, were almost always sources from Mountain Pine Ridge in Belize; and Yucul, Rafael, and Camelias in Nicaragua. The top five P. oocarpa provenances averaged 1.9 m and 2.6 cm in mean annual height and diameter growth across the eight sites.

In similar-aged P. caribaea provenance trials, also established in cooperation with Oxford University, four provenances were consistently among the top five, at five or more of the eight sites planted. They were sources from Mountain Pine Ridge in Belize, Potosi and Culmi from Honduras, and Byfield from Queensland, Australia. The top five P. caribaea provenances averaged 2.0 m and 2.7 cm in mean annual height and diameter growth across the eight sites tested.

At seven sites where P. caribaea and P. oocarpa international provenance trials were located side-by-side, P. oocarpa averaged six times as much blow-down mortality and almost twice as much non-mortality damage as did P. caribaea provenances. Ranges in blow-down mortality were 0 to 20 percent for P. caribaea and 0 to 69 percent for P. oocarpa provenances. Generally, for both species, inland Central American sources were more susceptible to hurricane winds than were coastal sources.

de los ocho sitios plantados. Estas eran de Mountain Pine Ridge en Belize; Potosí y Culmí, Honduras; y Biefield de Queensland, Australia. Las cinco primeras procedencias de P. caribaea promediaron 2.0 m y 2.7 cm en altura anual media y 2.7 cm en crecimiento diametral en los ocho sitios de la prueba.

En siete sitios en que se ubicaron pruebas de procedencia internacionales de P. caribaea y P. oocarpa una al lado de la otra, P. oocarpa promedió seis veces la mortalidad por daños del viento y casi el doble en daños no mortales que las procedencias de P. caribaea. La mortalidad por daños del viento fue de 0 a 20 por ciento para procedencias de P. caribaea y 0 a 69 por ciento para procedencias de P. oocarpa. En general, para ambas especies, los procedentes del interior de Centro América resultaron más susceptibles a los vientos de huracán que las de las costas.

Un estudio de 28 plantaciones de pinos hondureños sin aclarear, de 4 a 14 años, demostró que los incrementos anuales medios de altura y diámetro en cinco regiones suelo/climáticas promediaron de 1.5 m a 1.8 cm. Esto representa un incremento en volumen medio anual en la isla entera de 29 m³ per ha (con corteza). Los porcentos regionales de cola de zorro variaron de 11 a 18 por ciento; plantaciones individuales tuvieron de 0 a 34 por ciento cola de zorro.

Análisis de 12 elementos foliares (N, P, K, Ca, Mg, Na, Mn, Cu, Zn, Fe, B, Al) en más de ochenta individuos en pruebas de procedencia de P. caribaea demostró que árboles con cola de zorro usualmente tienen concentraciones de la mayoría de los elementos significativamente diferentes de los árboles sin cola de zorro o con ramificación normal. Dos excepciones son Fe y B. Sin embargo, estas diferencias no se notaron en los mismos elementos analizados en muestras del terreno alrededor de los mismos individuos. Los análisis futuros buscarán las correlaciones entre concentraciones de elementos en terreno y follaje y evaluarán cuáles elementos en el terreno y follaje, o uno de ellos, sirven mejor para predecir crecimiento en altura y diámetro de procedencias de P. caribaea.

Nuevas investigaciones

Se comenzó un nuevo estudio de "Evaluación de biomasa leñosa como fuente renovable de energía" en cooperación con el Centro de Investigaciones de Energía y Ambiente de Puerto Rico. Combina las técnicas de silvicultura y agricultura para probar el potencial como biomasa de seis especies. Las especies son: Cassia siamea, C. glauca, Albizia procera, Leucanea leucocephala, Eucalyptus robusta y Casuarina equisetifolia. Se plantaron dos sitios que representan los terrenos altos y húmedos y los llanos áridos costaneros de Puerto Rico. El espaciado original es de 0.9 X 0.9 m. Habrá aclareo inicial a los seis meses y cosechas mayores a los 24, 48 y 72 meses.

En julio de 1980 MAB aprobó un estudio de 3 años, de \$50,000 titulado "Dinámica de plantaciones de árboles tropicales en una Reserva Biosférica MAB". Su objetivo principal es rastrear el ciclaje de N, P, K, Ca y Mg y la materia orgánica en cuatro plantaciones ubicadas en el Bosque Experimental de Luquillo. Las plantaciones estudiadas son dos de pinos hondureños de 4- y 18-años y dos de Swietenia, de 17 y 49 años. El nivel superior de suelo y la biomasa de raíces se determinará también utilizando análisis dimensional y alometría.

A study of 28 unthinned Honduras pine plantations, 4- to 14-years old, showed that mean annual height and diameter increments across five soil/climatic regions averaged 1.5 m and 1.8 cm. This represents an island-wide mean annual volume increment of 29 m³ per ha (overbark). Regional foxtail percentages varied from 11 to 18 percent; individual plantations had from 0 to 34 percent foxtails.

Analyses of 12 foliar elements (N, P, K, Ca, Mg, Na, Mn, Cu, Zn, Fe, B, Al) from over 80 individuals in P. caribaea provenance trials showed that foxtail trees usually had significantly different concentrations of most elements than do non-foxtails or trees with normal branching. Two exceptions are Fe and B. However, these differences were not noted for the same elements analyzed in soil samples, collected from around the same individuals. Future analyses will seek correlations between soil and foliage element concentrations and will estimate which foliage and/or soil elements are best for predicting height and diameter growth of P. caribaea provenances.

New Research

A new study "Evaluation of woody biomass species as a renewable energy source" was started in cooperation with the Puerto Rico Center for Energy and Environment Research. It combines silvicultural and agricultural techniques to test six species for biomass potential. The species are Cassia siamea, C. glauca, Albizia procera, Leucanea leucocephala, Eucalyptus robusta, and Casuarina equisetifolia. Two sites, representing Puerto Rico's humid uplands and arid coastal plain, were planted. Original spacing is 0.9 x 0.9 m. There will be a preliminary thinning at six months and major harvests at 24, 48, and 72 months.

In July 1980, MAB approved a \$50,000, 3-year study entitled "Dynamics of tropical tree plantations in a MAB Biosphere Reserve". The primary objective is to trace the cycling of N, P, K, Ca, and Mg along with organic matter within four plantations located within the Luquillo Experimental Forest. The plantations studied are two of Honduras pine, 4- and 18-years old, and two of Swietenia sp., 17- and 49-years old. Aboveground and root biomass will also be determined, using dimensional analysis and allometry.

Investigaciones en bosques naturales

Peter L. Weaver
Dagónomo Investigador

Se terminó el siguiente estudio:

Agri-silvicultura en los trópicos americanos

La agri-silvicultura es una esquema de producción que suple madera, alimentos y/o productos de animales de una sola unidad de manejo y donde se complementan buenas prácticas agrícolas con el uso adecuado de los árboles. Dicha unidad puede ser una finca, una pequeña comunidad, o parte de una cuenca (Weaver, 1979a).

Se revisan ocho sistemas agri-silviculturales: (1) cultivo nómada y (2) sistema de corredores, ambos de los cuales utilizan árboles en secuencia temporal como barbecho para rehabilitar los terrenos; (3) taungya (4) intercultivo con árboles y (5) simulacro de la sucesión natural; cada uno de los cuales utiliza árboles en tiempo y espacio para mantener el sitio y satisfacer las necesidades de producción (6) fincas auto-suficientes (7) árboles en hileras espaciadas y (8) bloques forestales; cada uno de los cuales utiliza árboles en arreglos espaciales para satisfacer los requisitos de los practicantes.

Se hace una lista de los requisitos básicos para una agri-silvicultura estable y se mencionan brevemente las prioridades, planificación, técnicas específicas y consideraciones socioeconómicas. Se discuten varios árboles, incluso aquellos para madera de construcción, forraje, leña y alimento. También se especifican las necesidades de investigación sobre agri-silvicultura.

Se llevan a cabo dos estudios, pero no se han publicado:

"El incremento del diámetro de los árboles en un bosque Montano Alto en Puerto Rico" (Schmidt y Weaver).

El incremento periódico anual del diámetro en una pequeña parcela de bosque Montano Alto (Bosque Colorado) al sureste de Puerto Rico, tuvo un promedio de 0.25 cm anual por 27 años. El incremento a largo plazo fue el doble de aquel en récord para otros bosques Colorados en la isla y se atribuyó a la área basimétrica pequeña cuando se empezó a medir (o sea, el alto número de tallos con diámetro pequeño con clases según la copa que recibe suficiente luz para alcanzar un crecimiento rápido). El número de tallos/ha según las clases diamétricas, número de tallos/ha según la clase de copa, y el área basimétrica por clase diamétrica se informaron para los años 1951 y 1978. La incorporación suplementaria de tallos nuevos y la mortalidad se observaron por especies y el crecimiento en diámetro a largo plazo fue observado por especies para todos los árboles que sobrevivieron el período 1951-1978. El manuscrito ha sido sometido a Turrialba para su publicación.

Research in Natural Forests

Peter L. Weaver
Research Forester

The following study was finished:

Agri-silviculture in the American Tropics

Agri-silviculture is a production scheme that supplies wood, food-stuffs and/or animal products from a single management unit where good agricultural practices are complemented by the judicious use of trees. Such a unit could be a farm, a small community, or a portion of a watershed (Weaver 1979a).

Eight different agri-silvicultural systems are reviewed: (1) shifting cultivation and (2) the corridor system, both of which use trees in temporal sequence as fallow to rehabilitate soils; (3) taungya, (4) tree intercropping and (5) simulation of natural succession, each of which uses trees in both time and space to maintain the site and meet production needs; (6) self-sufficient farms, (7) scattered row trees, and (8) forest blocks, each of which uses trees in spatial arrangements to meet the requisites of the practitioners.

The basic requirements for stable agri-silviculture are listed, and priorities, planning, specific techniques and socioeconomic considerations are briefly mentioned. Several trees are discussed including those for timber, fodder, fuelwood and food. Research needs for agri-silviculture are also specified.

Two studies are being conducted but have not been published:

Tree Diameter Increment in an Upper Montane Forest of Puerto Rico (Schmidt and Weaver)

Periodic annual diameter increment on a previously thinned small plot in upper montane forest (Colorado forest) in southeastern Puerto Rico averaged 0.25 cm/yr over 27 years. Long-term increment was twice that recorded for other Colorado forests on the island, and was attributed to the low basal area at the beginning of measurement (that is, the large number of small diameter stems with crown classes receiving adequate light to achieve rapid growth). The number of stems/ha by d.b.h. class, number of stems/ha by crown class, and basal area by d.b.h. class were given for 1951 and 1978. Ingrowth and mortality were reported by species, and long-term diameter increment was observed by species for all survivors of the period 1951-1978. The manuscript has been submitted to Turrialba for publication.

The Ecology of the Dwarf Cloud Forest on the Summits of the Luquillo Mountains in Puerto Rico (Weaver, Medina, Dugger, Pool, González-Liboy and Medina)

Five species accounted for about 95% of the stems greater than 10 cm d.b.h., with the number of stems ranging from 2650 through 4310/ha and the basal area varying from 38 through 65 m²/ha. The aboveground woody biomass estimated by allometric equation and geometric formula was 290 g/m², respectively. Mean annual litterfall was 0.85 g/m² day, 80% of which was leaf litter, 9% wood litter and 11% miscellaneous. Transpiration rates were determined by cut stem potometers, a Scholander Pressure

"La ecología del bosque enano en las cumbres de las montañas de Luquillo en Puerto Rico". (Weaver, Medina, Dugger, Pool, González-Liboy y Medina).

Cinco especies componen el 95% de los tallos mayores de 10 cm d.a.p., con el número de tallos variando desde 2650 hasta 4310/ha y el área biométrica variando desde 38 hasta 65 m²/ha. La biomasa leñosa sobre el suelo estimada por ecuación alométrica y fórmula geométrica fue 290 g/m² respectivamente. La caída de hojarasca media anual fue de 0.85 g/m² por día, de la cual 80% era de hojas, 9% de madera y 11% de miscelánea. Se determinaron las tasas de transpiración por medio de patómetros, la bomba de presión de Scholander, y dentro de cámaras para el intercambio de gases. En todos los casos las tasas de transpiración fueron bajas y no sobrepasaron 3.89 X 10⁻⁶ g H₂O/cm².s, corroborando medidas previas. Las tasas de transpiración por el cambio de gases fueron más altas que aquellas vía la bomba y el metro de tallos cortados.

Las especies en el bosque enano tienen un contenido nutritivo significativamente más alto por unidad de área foliar que las especies en la parte baja del Bosque Pluvial Montano Bajo. De 11,330 Kc/m² anual calculada para la productividad primaria bruta, 32% se usa en respiración de hojas y 6% en respiración de tronco. La caída de hojas responde por otro 10% y la caída de la madera como por 1%. La porción restante se usa para otros costos energéticos.

El incremento periódico anual fue bajo, promediando sólo 0.03 cm/año. Los estimados de acumulación de biomasa sobre el suelo promediaron como 50 g/m² año. Se está redactando un manuscrito de este estudio.

Se está llevando a cabo un nuevo estudio:

Los recursos forestales de Puerto Rico (Birdsey y Weaver)

Para mediados de la década del 1940 las actividades agrícolas habían devastado todo menos un 5% de la tierra en Puerto Rico. Desde entonces, el desarrollo industrial ha permitido que mucha tierra agrícola se abandonara y se convirtiera en bosques secundarios.

Para propósitos de evaluar este nuevo recurso, se inició un inventario a base del diseño de los que lleva a cabo el Servicio Forestal en los Estados Unidos. Se incorporaron modificaciones para incluir riqueza de especies y variedad de asociaciones comunes a las áreas tropicales.

El área de superficie de Puerto Rico se dividió en una zona de vida x matriz de suelos boscosos. Se eliminó el Bosque Seco Subtropical porque las tasas de crecimiento son muy bajas para la dasonomía comercial. También se eliminó el Bosque Pluvial Subtropical, el Muy Húmedo Montano Bajo y el Bosque Pluvial Montano Bajo por ser áreas críticas de cuencas. Por la misma razón también se eliminaron las laderas mayores de un 60%. Sólo se consideraron apropiadas para la dasonomía comercial las zonas de vida correspondientes al Bosque Húmedo Subtropical y al bosque Muy Húmedo Subtropical. Dentro de estas zonas de vida, áreas con potencial agrícola, los manglares y las que contienen bosques Federales o del Estado Libre Asociado también se eliminaron, lo que dejó solamente un 48% de la isla para incluir en el inventario (Weaver, 1979b).

Bomb and in gas exchange chambers. In all instances, transpiration rates were low, and did not exceed $3.89 \times 10^{-6} \text{ g(H}_2\text{O)/cm}^2\text{.s}$, corroborating previous measurements in the same vicinity. The gas exchange rates were higher than those via the bomb and cut stem potometer.

Species in the dwarf forest have a significantly higher nutrient content per unit foliar area than species in the lower montane rain forest at lower elevations. Of the $11,330 \text{ Kc/m}^2\text{.yr}$ calculated for gross primary productivity, 32% is used in leaf respiration and 6% in trunk respiration. Leaf fall accounts for another 10%, and woodfall about 1%. The remaining portion is used for other energy costs.

Periodic annual diameter increment was low, averaging only 0.03 cm/yr. Estimates of biomass accumulation above ground averaged about $50 \text{ g/m}^2\text{.yr}$. A manuscript of this study is being drafted.

A new study is currently under way:

The Forest Resources of Puerto Rico (Birdsey and Weaver)

By the mid-1940's agricultural activities had devastated all but 5% of the land surface of Puerto Rico. Since that time, with industrial development on the island, much of the farmland has been abandoned to secondary forests.

For the purpose of assessing this new resource, an inventory was initiated based on the design of those conducted by the U. S. Forest Service on the mainland. Some modifications were incorporated to account for species richness and variety of associations common to tropical areas.

The surface area of Puerto Rico was divided into a Life Zone X forest soils matrix. The Subtropical Dry Forest was eliminated because growth rates are too slow for commercial forestry. Similarly, the Subtropical Rain, Lower Montane, Wet and Lower Montane Rain Forests were eliminated because they were critical watershed areas. Slopes greater than 60% were also eliminated for the same reason. Only the Subtropical Moist and Subtropical Wet Life Zones were considered appropriate for commercial forestry. Within these Life Zones, areas with agricultural potential, mangroves, and with Commonwealth or Federal Forests were also eliminated, leaving only 48% of the island to be inventoried (Weaver 1979b).

Preliminary results show that of the 850,000 ha of land forested at the time of Columbus' arrival, only 181,800 ha are currently considered as commercial forest land (Birdsey and Weaver, in prep.). Volume figures are not yet available, but typical mature secondary stands appear to have volumes around $85 \text{ m}^3\text{/ha}$.

Work on the inventory will continue this year with the results being published as a Forest Service research publication.

Two new proposals have been developed as part of the continuing effort to assess forest growth and dynamics via long-term studies:

1. Weaver and Lugo developed a proposal entitled "Study of Structural and Dynamics of Montane Wet Forest of the Neotropics and Establishment of Permanent Plots for Long-Term Study of Forests" which was submitted

Los resultados preliminares indican que de las 850,000 ha de la tierra cubierta por bosques cuando llegó Colón, sólo se consideran 181,000 ha como tierra disponible para bosques comerciales en la actualidad (Birdsey y Weaver, en preparación). Las cifras de volumen no están disponibles todavía, pero los rodales secundarios maduros típicos parecen tener volúmenes de cerca de 85 m³/ha.

Se continuará el inventario este año y los resultados se publicarán como una publicación de investigación del Servicio Forestal.

Hay dos nuevas propuestas como parte del esfuerzo continuo de evaluar el crecimiento y la dinámica forestal vía estudios a largo plazo:

1. Weaver y Lugo desarrollaron una propuesta titulada "Study of Structure and Dynamics of Montane Wet Forest of the Neotropics and Establishment of Permanent Plots for Long-Term Study of Forests" que se sometió a MAB para financiamiento. El estudio propuesto (a) comparará bosques húmedos muy separados en los neotrópicos respecto de estructura, dinámica y cómo responden a la silvicultura para investigar similitudes y diferencias; (b) demostrará la utilidad del sistema de zonas de vida para la aplicación de los resultados de las investigaciones a los neotrópicos; (c) proveerá datos de base para futuros estudios comparados en bosques secundarios de la misma zona de vida; (d) comparará bosques insulares con los continentales; y (e) desarrollará un esquema para intercambiar información, continuar investigaciones y cooperación dentro de los neotrópicos.

2. Weaver desarrolló una propuesta titulada "Study Plan on Growth and Structure in the Colorado Forest of the Luquillo Mountains of Puerto Rico". Utilizando medidas a largo plazo de incremento en diámetro en las montañas de Luquillo, conjuntamente con estudios de campo adicionales, el estudio intentará determinar: (a) distribución de especies dentro del Bosque Colorado, (b) biomasa en pie, caída de hojarasca y productividad del bosque, (c) la porción de hojas consumidas por insectos y/o destruida por hongos, y (d) dinámicas de las especies a largo plazo, especialmente en referencia a disturbios anteriores.

Investigaciones de cooperadores con el Instituto

Ariel E. Lugo
Ecólogo de Investigaciones

Los científicos que cooperan con el Instituto llevaron a cabo investigaciones sobre muchos temas abarcando fauna silvestre, plantaciones de árboles y bosques naturales. En esta carta Arendt discute los puntos sobresalientes de las investigaciones sobre fauna silvestre por los cooperadores. El estudio cooperativo sobre los árboles como productores de biomasa para la generación de energía con A. Alexander se discutió por L. H. Liegel. Aquí discuto yo el trabajo de J. Frangi, S. Brown y R. Schmidt. Los resultados del trabajo de C. Jordan no están disponibles todavía.

to MAB for funding. The proposed study will (a) compare widely separated Wet Forests in the neotropics with regard to structure, dynamics, and response to silviculture to explore similarities and differences; (b) demonstrate the utility of the Life Zone system in applying research results in the neotropics; (c) provide baseline data for future comparative work in secondary forests on the same Life Zone; (d) compare insular and continental forests; and (e) develop a framework for exchange of information, continued investigations, and cooperation within the neotropics.

2. Weaver developed a proposal entitled "Study Plan on Growth and Structure in the Colorado Forest of the Luquillo Mountains of Puerto Rico". Using long-term measurements of diameter increment in the Luquillo Mountains in conjunction with additional field studies, the study will seek to determine: (a) species distributions within the Colorado Forest (b) standing biomass, litterfall and productivity of the forest; (c) herbivory; and (d) long-term dynamics of species, especially as related to previous disturbances.

Research by Institute Cooperators

Ariel E. Lugo
Research Ecologist

Institute cooperators conducted research in a wide variety of subjects ranging from wildlife to tree plantations and natural forests. Highlights on wildlife research by cooperators are discussed by Arendt in this letter. The cooperative study on trees as biomass producers for energy generation with A. Alexander was discussed by L. H. Liegel. Here, I discuss the work of J. Frangi, S. Brown and R. Schmidt. Results of the work of C. Jordan are not yet available.

Research in the palm wetlands

Jorge Frangi studied the structure, water budget, carbon dynamics, and phosphorus budget of a palm forest located in the floodplain of the Espíritu Santo River (Subtropical Wet Forest Life Zone at 750 m elevation) in the Luquillo Experimental Forest. His preliminary results (April - January 1981) on the water budget studies show that of the 3,890 mm rainfall, 80% flows as runoff in the watershed, about 7% is intercepted at the canopy, and 13% is evapotranspired in the palm forest. Throughfall and stem flow correlate linearly with rainfall ($Y=0.85 \times 1.669$ and $Y=0.10 \times 0.09$ respectively). The forest floods periodically and exhibits waterlogged soils suggesting wetland conditions.

Carbon dynamics studies yielded rates of leaf fall of 1.06 gC/m^2 day. Daily decomposition rates (k coefficient) of various forest compartments were: 0.0037, 0.0015 for dead but attached canopy palm leaves and fallen palm leaves respectively, 0.0022 for dicotyledonous leaves, and 0.0012 for palm logs. Exports of organic carbon for the watershed via stream water were in the order of 0.02 to over 1 gC/m^2 day depending upon rainfall conditions. The mean carbon export

Investigación en los pantanos de palmeras

Jorge Frangi estudió la estructura, balance de agua, dinámica del carbono y balance de fósforo en un bosque de palmeras ubicado en el Valle del Río Espíritu Santo a 750 m de altitud en el Bosque Experimental de Luquillo. Sus resultados preliminares (abril a enero de 1981) de los estudios de balance de agua demuestran que de los 3,890 mm de lluvia, 80% corre como escorrentía en la cuenca, como 7% se intercepta en el dosel y 13% se evapotranspira en el bosque de palmas. La precipitación y escurrida de agua por el tronco se correlacionan linealmente con las lluvias ($Y=0.85 X 1.669$ y $Y=0.10 X 0.09$ respectivamente). El bosque se inunda periódicamente y muestra terrenos con saturación hídrica que sugieren una condición de terrenos pantanosos.

Los estudios de dinámica del carbono mostraron tasas de hojarasca de 1.06 gC/m^2 al día. Las tasas de descomposición diaria (coeficiente K) de varios compartimientos en el bosque fueron: 0.0037, 0.0015 para hojas de palma muertas adheridas y las caídas, respectivamente, 0.0022 para las hojas dicotiledonas y 0.0012 para los troncos de palma.

La exportación de carbono orgánico de las áreas de la cuenca vía agua corriente fue de 0.02 a sobre 1 gC/m^2 diariamente, dependiendo de las condiciones de la lluvia. La exportación media de carbono es de 0.012 gC/m^2 al día. La descarga de agua de río está en proporción a la lluvia y la concentración de carbono orgánico total es proporcional a la descarga (Fig. 1). Las determinaciones de fósforo se están analizando todavía.

Estudiantes de una clase en la Universidad de Puerto Rico estudiaron la estructura de bosques de palmas en gradientes de altura y encontraron que los siguientes parámetros aumentan con la altura: número de epífitas, cierre de copas, área basimétrica, densidad de árboles e Índice de Complejidad de Holdridge. La altura de la copa disminuyó con la elevación.

La estructura (Tabla 1) del bosque de palmas y la adaptación de las especies dominantes (Prestoea montana) sugieren que es un terreno encharcadizo en ladera. La figura 2 es un esquema conceptual del Bosque Colorado, Bosque Enano, Bosque de Palmas, Bosque de Palmas en el río, Bosque Montañoso Petocarpus y trampales Sphagnum demostrando su insumo de aguas. Tasas altas de lluvia anual y su distribución durante todo el año sostienen pantanos en la montaña. La saturación, textura y relieve de la tierra determinan la magnitud, distribución y concentración de energía de las corrientes de aguas en los diferentes ecosistemas. Este estudio se concluirá durante el 1981.

Investigación sobre el papel global de los bosques tropicales en relación al balance de carbono

Sandra Brown y yo, en cooperación con Leslie Holdridge y Joe Tosi de Costa Rica y Charles Hall de la Universidad de Cornell, estudiamos el papel de los bosques tropicales en el balance de carbono global. Se encontró una correlación significativa entre el almacenaje de biomasa en la vegetación, terrenos y biomasa total con la zona de vida (medida como la proporción de evapotranspiración a precipitación, PET/P, Fig. 3). Utilizando estas regresiones, determinaciones de zona de vida de L. Holdridge y J. Tosi y

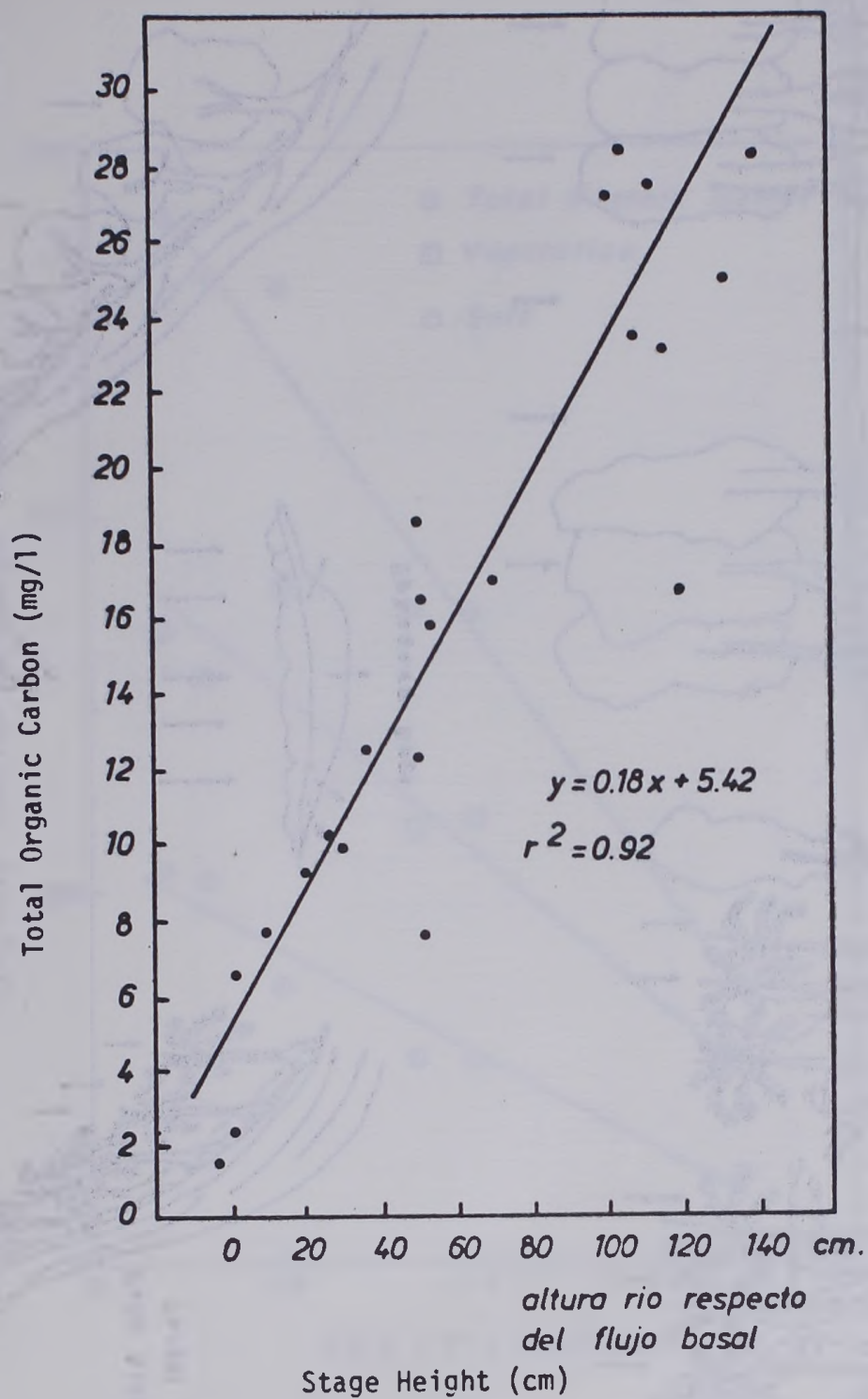


Figure 1-Total organic carbon vs. stage height of the upper Espiritu Santo River

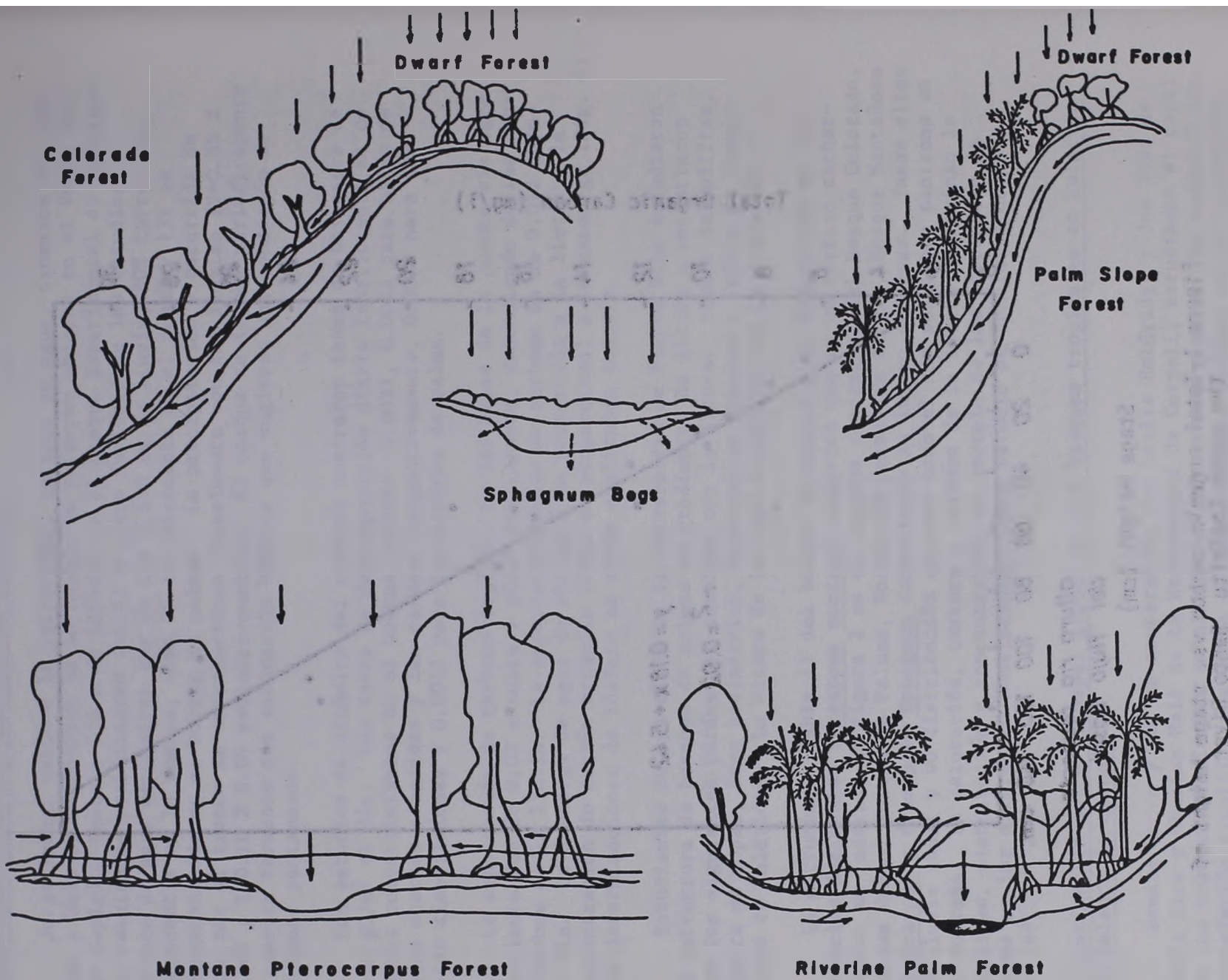


Figure 2-Mountain wetlands of El Yunque. Arrows indicate the main water inputs and movement

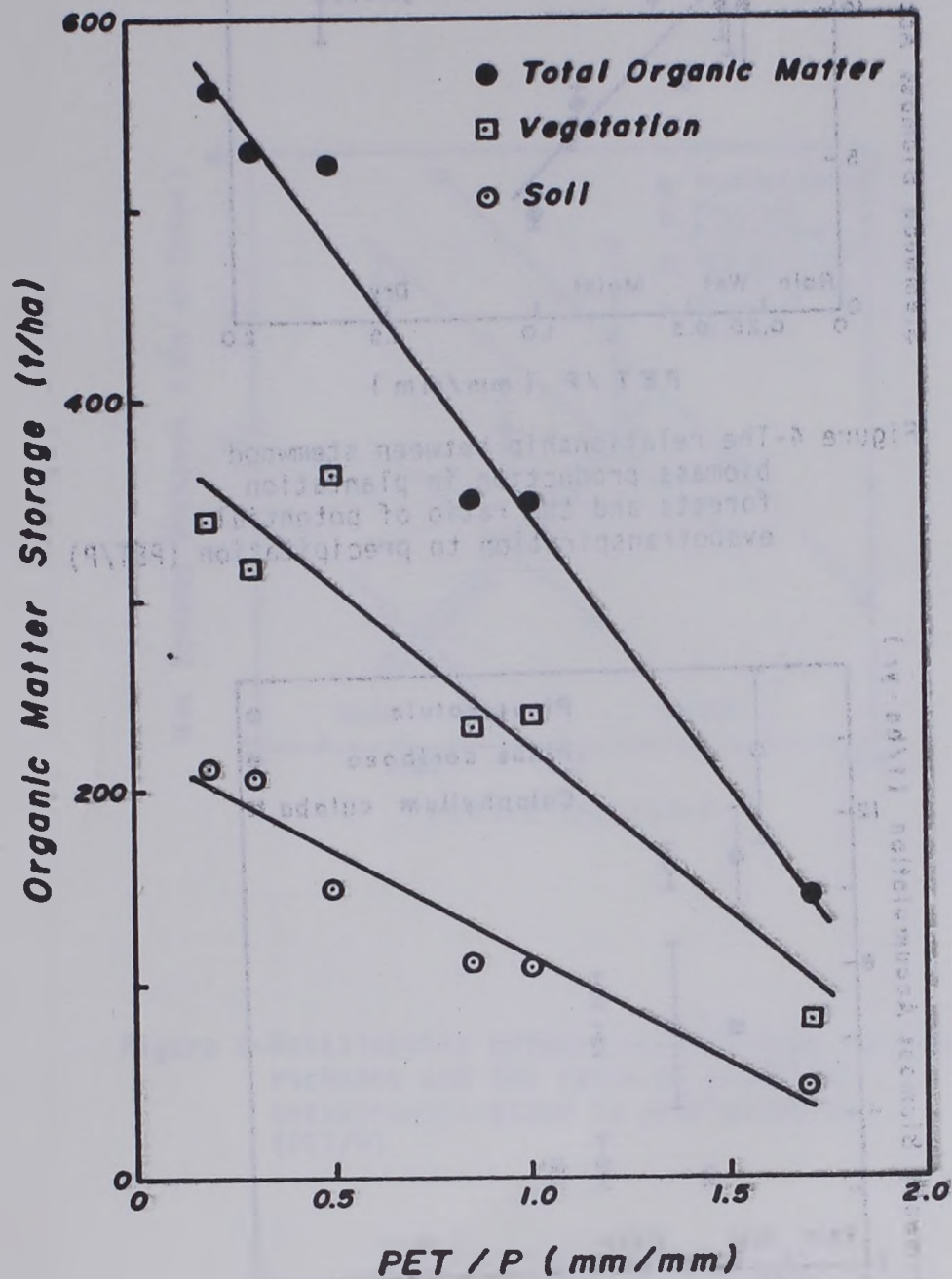


Figure 3-Relationship between organic matter storage and the ratio of potential evapotranspiration to precipitation (PET/P)

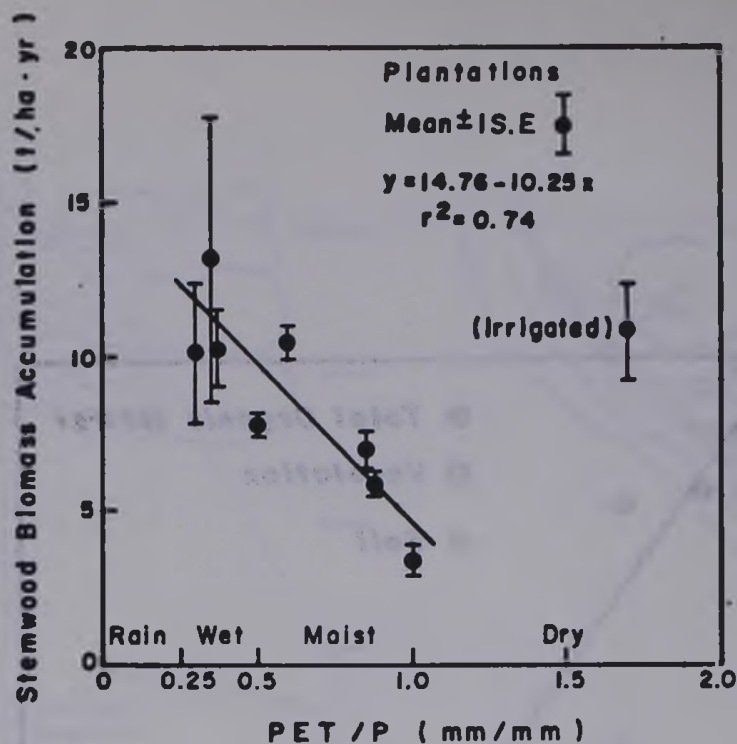


Figure 4-The relationship between stemwood biomass production in plantation forests and the ratio of potential evapotranspiration to precipitation (PET/P)

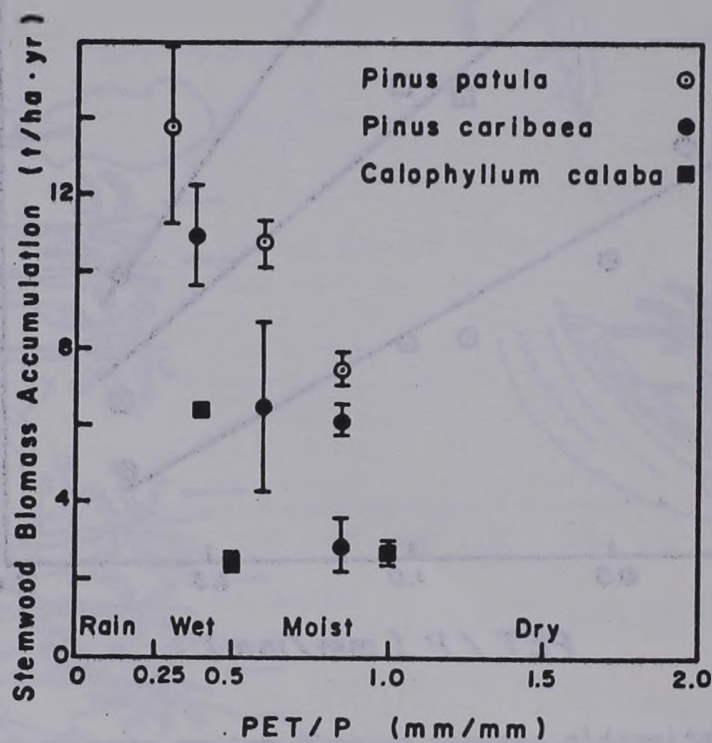


Figure 5-Relationship between stemwood biomass production of fast growing plantation species and the ratio of potential evapotranspiration to precipitation (PET/P)

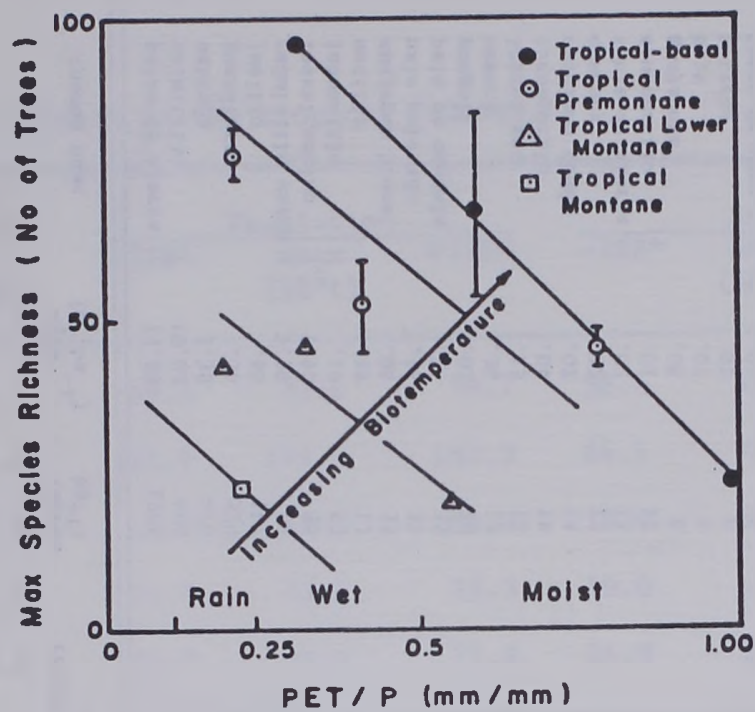


Figure 6-Relationship between maximum tree species richness and the ratio of potential evapotranspiration to precipitation (PET/P)

Table 1. Tree composition of the Palm Forest: basal area, density, frequency and importance value (expressed as percent)

| Species * | common name | basal area (m ² .ha ⁻¹) | density (stems ha ⁻¹) | frequency** (%) | rel. basal area (%) | rel. density (%) | rel. frequency (%) | I.V./3 (%) |
|-------------------------------------|------------------|--|---|--------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| <i>Prestoea montana</i> | palma de sierra | 19.88 | 1206 | 93 | 46.93 | 39.42 | 26.12 | 37.49 |
| <i>Micropholis chrysophylloides</i> | caimitillo | 10.07 | 400 | 46 | 23.77 | 13.08 | 12.92 | 16.59 |
| <i>Croton poecilanthus</i> | sabinón | 3.38 | 476 | 60 | 7.98 | 15.56 | 16.85 | 13.46 |
| <i>Eugenia eggersii</i> | guasábara | .36 | 329 | 31 | .85 | 10.75 | 8.71 | 6.77 |
| <i>Calycogonium squamulosum</i> | jusillo | .61 | 182 | 32 | 1.44 | 5.95 | 8.99 | 5.46 |
| <i>Micropholis garciniaefolia</i> | caimitillo verde | 3.39 | 88 | 16 | 8.00 | 2.88 | 4.49 | 5.12 |
| <i>Magnolia splendens</i> | laurel sabino | 1.92 | 35 | 9 | 4.53 | 1.14 | 2.53 | 2.73 |
| <i>Ditta myricoides</i> | jaboncillo | .19 | 53 | 10 | .45 | 1.73 | 2.81 | 1.66 |
| <i>Sloanea berteriana</i> | motillo | 1.18 | 12 | 3 | 2.79 | .39 | .84 | 1.34 |
| <i>Daphnopsis philippiana</i> | emajagua brava | .04 | 35 | 9 | .09 | 1.14 | 2.53 | 1.25 |
| <i>Cyrilla racemiflora</i> | palo colorado | .36 | 35 | 6 | .85 | 1.14 | 1.69 | 1.23 |
| <i>Xylosma schwaneckeanum</i> | palo de candela | .04 | 35 | 6 | .09 | 1.14 | 1.69 | .97 |
| <i>Ilex sideroxyloides</i> | gongolf | .02 | 29 | 4 | .05 | .95 | 1.12 | .71 |
| <i>Ocotea spathulata</i> | nemocá | .36 | 12 | 3 | .85 | .39 | .84 | .69 |
| <i>Ocotea leucoxyton</i> | laurel geo | .13 | 18 | 4 | .31 | .59 | 1.12 | .67 |
| <i>Myrcia deflexa</i> | cienequillo | .04 | 18 | 4 | .09 | .59 | 1.12 | .60 |
| <i>Psychotria berteriana</i> | cachimbo común | .02 | 18 | 4 | .05 | .59 | 1.12 | .59 |
| <i>Miconia tetrandra</i> | camasey | .12 | 12 | 3 | .28 | .39 | .84 | .50 |
| <i>Tabebuia rigida</i> | roble de sierra | .02 | 12 | 3 | .05 | .39 | .84 | .43 |
| <i>Byrsonima wadsworthii</i> | almendrillo | .01 | 12 | 3 | .02 | .39 | .84 | .42 |
| <i>Eugenia borinquensis</i> | guayabota | .08 | 6 | 1 | .19 | .20 | .28 | .22 |
| <i>Torrabasia cuneifolia</i> | boje | .07 | 6 | 1 | .17 | .20 | .28 | .22 |
| <i>Cyathea arborea</i> | helecho | .02 | 6 | 1 | .05 | .20 | .28 | .18 |
| <i>Ilex nitida</i> | cuero de sapo | .02 | 6 | 1 | .05 | .20 | .28 | .18 |
| <i>Myrcia fallax</i> | hoja menuda | .02 | 6 | 1 | .05 | .20 | .28 | .18 |
| <i>Guarea ramiflora</i> | guaraguadillo | .01 | 6 | 1 | .02 | .20 | .28 | .17 |
| <i>Haienanthus salicifolia</i> | palo de hueso | .00 | 6 | 1 | .00 | .20 | .28 | .16 |
| TOTAL | | 42.36 | 3059 | 356 | 100.00 | 100.00 | 99.97 | 99.99 |

* includes all the trees over 1 cm d.b.h., and all the palms with a trunk formed over a woody base even though it does not have a measurable diameter at d.b.h. In this last case, the diameter was measured at 10 cm below living leaf

** the frequency is calculated on the basis of the presence-absence of the species in plots of 5m X 5m

Table 2. Organic matter storage in the tropical forests.

| Life Zone Grouping ^a | Area (10 ⁶ ha) | Vegetation | | | Soil | | | Total Storage | |
|---------------------------------|------------------------------|------------|-----------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|---------------------|-----|
| | | -1SE* | Mean (10 ⁹ t) | +1SE* | -1SE* | Mean (10 ⁹ t) | +1SE* | (10 ⁹ t) | % |
| T-Rain/Wet Forest | 211.2 | 63.5 | 71.6 | 79.7 | 36.4 | 45.0 | 53.6 | 118.7 | 18 |
| T-Moist Forest | 472.2 | 161.9 | 172.4 | 182.9 | 64.1 | 70.6 | 77.1 | 247.4 | 37 |
| T-Dry Forest | 244.5 | 48.7 | 58.7 | 68.7 | 19.6 | 27.0 | 34.4 | 87.8 | 13 |
| S-Rain/Wet Forest | 74.3 | 21.7 | 23.5 | 25.3 | 10.0 | 15.6 | 21.2 | 39.4 | 6 |
| S-Moist Forest | 283.0 | 59.9 | 65.9 | 71.9 | 26.9 | 31.8 | 36.7 | 99.3 | 15 |
| S-Dry Forest | 494.9 | 33.1 | 45.5 | 57.9 | 17.4 | 24.0 | 30.6 | 72.3 | 11 |
| TOTAL | 1,780 | 388.8 | 437.6 | 486.4 | 174.4 | 214.0 | 253.6 | 664.9 | 100 |

^aT= Tropical, S= Subtropical

*SE= Standard Error

Table 3. Estimates of organic carbon^a storage in vegetation in tropical forest ecosystems.

| Source | For Year: | No. of Forest Categories | Area of Forests (10 ⁶ ha) | Range of Organic Carbon Storage in Forests (t C/ha) | Total Organic Carbon Storage in Vegetation (10 ⁹ t C) |
|---------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|---|--|
| This study | early 1970's | 6 | 1,780 | 46-183 | 219 |
| Ajtay et al. 1979 | 1970's | 3 | 1,480 | 113-189 | 244 |
| Olson et al. 1978 | 1970 | 6 | 2,220 | 70-180 | 254 |
| Rodin et al. 1975 | b | 3 | 5,535 | 54-220 | 674 |
| Whittaker and Likens 1973 | 1950 | 2 | 2,450 | 160-200 | 460 |

^a Assumed C = 50% x organic matter.

^b Assumed that vegetation existed in its precultivated or natural state.

Table 4. Estimates of organic carbon storage in soil in tropical forest ecosystems.

| Source | Area (10 ⁶ ha) | Storage of Soil Organic Carbon (10 ⁹ t C) |
|-------------------|---------------------------|--|
| This study | 1,780 | 107 |
| Ajtay et al. 1979 | 1,480 | 123 |
| Olson et al. 1978 | 2,220 | 307 |
| Schlesinger 1979 | 2,450 | 288 |

is $0.102 \text{ gC/m}^2 \cdot \text{day}$. The discharge of river water is proportional to rainfall and the concentration of total organic carbon is proportional to discharge (Fig. 1). The phosphorus determinations are still being analyzed.

A class of University of Puerto Rico students studied the structure of palm forests along altitudinal gradients and found the following parameters to increase with altitude: number of epiphytes, canopy closure, basal area, tree density, and Holdridge Complexity Index. Canopy height decreased with altitude.

The structure (Table 1) of the palm forest and the adaptations of the dominant species (*Prestoea montana*) suggest that this is a wetland on a slope. Figure 2, is a conceptual scheme of Colorado Forest, Elfin Forest, Palm Slope Forest, Palm Riverine Forest, Montane *Pterocarpus* Forest and *Sphagnum* bogs showing their water inputs. High annual rainfall and its year-round distribution sustain mountain wetlands. Saturation of soils, soil texture, and relief determine the magnitude, distribution and energy concentration of runoff waters in the different ecosystems. This study will be concluded during 1981.

Research on the Global Role of Tropical Forests Relative to the Carbon Balance

Sandra Brown and myself in cooperation with Leslie Holdridge, and Joe Tosi from Costa Rica, and Charles Hall from Cornell University, studied the role of tropical forests on the global carbon balance. Significant correlation between biomass storage in vegetation, soil and total biomass with Life Zone (measured as the ratio of potential evapotranspiration to precipitation, PET/P) was found (Fig. 3). Using these regressions, Life Zone determinations by L. Holdridge and J. Tosi, and forest areas from Persson, we calculated the amount of biomass stored in tropical forests (Table 2). The results of the analysis show that the storage of carbon in tropical vegetation and soil is lower than previously estimated (Tables 3 and 4). C. Hall is developing land use models to extrapolate these results to determine the global role of tropical forests in the atmospheric carbon balance.

Ralph Schmidt, Sandra Brown and I found that stemwood biomass production in plantation forests correlates well with PET/P (Fig. 4). The PET/P ratio was also a useful predictor of stemwood production by fast growing species (Fig. 5), and species richness in tropical forests (Fig. 6). Differences due to soils, spacing, and species may be important at the local level but did not affect results at the global level.

In a review of Myers' book on tropical forest conversion, Sandra Brown and I found that the data given in Myers' book yielded a rate of forest conversion of $0.75/\text{yr}$ (Table 5).

áreas forestales de Persson, calculamos la cantidad de biomasa almacenada en bosques tropicales (Tabla 2). Los resultados del análisis demuestran que el almacenaje de carbono en la vegetación y en el suelo tropical es menor que el estimado anteriormente (Tablas 3 y 4). C. Hall está desarrollando modelos de uso de terrenos para extrapolar estos resultados y determinar el papel global de los bosques tropicales en el balance atmosférico de carbono.

Ralph Schmidt, Sandra Brown y yo, encontramos que la producción de biomasa de tronco en plantaciones forestales se correlaciona bien con PET/P (Fig. 4). La proporción PET/P fue también útil para predecir la producción de la madera en los troncos de las especies con crecimiento rápido (Fig. 5) y la riqueza de especies en los bosques tropicales (Fig. 6). Las diferencias por motivo de suelos, espaciamiento y especies podrían tener importancia localmente, pero no afectaron los resultados del nivel global.

En una reseña del libro de Myers sobre conversión de bosques tropicales, Sandra Brown y yo encontramos que los datos en el libro de Myers producía una tasa de conversión de bosques de 0.75 anual (Tabla 5).

Table 5. Estimate of rates of conversion of tropical moist forest to other states. See text for definition of "conversion".

| Country | Time Interval ^a | Current Forest Area ^b (10 ³ km ²) | CONVERSION RATES | | | |
|-------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|
| | | | Myers (1980) | | Sommer (1976) | |
| | | | (10 ³ km ² /yr) | (%/yr) | (10 ³ km ² /yr) | (%/yr) ^c |
| Bangladesh | ? | 13 | - | - | 0.10 | 0.80 |
| Burma | ? | 365 | 1.42 | 0.39 | - | - |
| Laos | ? | 140 | 3.00 | 2.14 | 3.00 | 5.17 |
| Malaysia (peninsular only) | 1972 to present | 72 | 2.20 | 2.65 | - | - |
| Malaysia (total) | ? | - | - | - | 1.50 | 0.64 |
| Papua-New Guinea | ? | 400 | 0.25 | 0.06 | 0.20 | 0.05 |
| Phillipines | 1971-76 | 114.6 | 3.0 | 2.62 | 2.60 | 2.05 |
| Thailand | 1972-78 | 131.8 | 11.49 ^d | 5.73 | 3.00 | 1.05 |
| Brazil | last 20 years | 2,860 | 13.00 | 0.42 | - | - |
| | 1966-75 | | 12.78 | 0.43 | - | - |
| Costa Rica | 1967-77 | 16 | 0.40 | 2.00 | 0.60 | 2.73 |
| Colombia | ? | - | - | - | 2.50 | 0.50 |
| Nicaragua | 1970's-79 | 35 | 0.40 | 1.10 | - | - |
| Guyana | ? | 186.8 | 0.10 | 0.05 | - | - |
| Peru | 1945-75 | 650 | 1.70 | 0.24 | - | - |
| Venezuela | 1950-75 | 352.3 | 0.69 | 0.20 | 0.50 | 0.29 |
| Gabon | ? | 205 | 3.00 | 1.46 | - | - |
| Ghana | last 25 yrs | 19.9 | 1.60 | 2.67 | 0.50 | 2.50 |
| Ivory Coast | 1966-74 | 54 | 4.47 | 4.98 | 4.00 | 4.44 |
| Liberia | recent | 25 | 3.40 | 9.20 | - | - |
| Madagascar | ? | - | - | - | 3.00 | 4.00 |
| Nigeria | 1970's-present (7 yr) | 25.5 | 2.79 | 6.20 | - | - |
| North Vietnam | - | - | - | - | 0.10 | - |
| Sierre Leone | 1944-79 | 2.9 | 1.34 | 2.69 | - | - |
| TOTAL | | 5,656 | 53.15 | | 21.5 | |
| MEAN | | | | 0.75 ^e | | 1.09 ^f |

^aUsed by Myers (1980); time interval for Sommers' estimates is unknown.

^bMyers (1980).

^cBased on area of closed forests given in Persson (1974).

^dThe 1972 survey included nonproductive forest, whereas the 1978 survey did not; therefore, the real conversion rate was lower than 5.73. However, only 33% of these forests are covered by Myers' definition of tropical moist forests.

^eWeighted mean based on current area of forest in country to total forest area of sample.

^fWeighted mean based on area of closed forest in country to total forest area of sample (1,965 x 10³ km², Persson, 1974).

Investigaciones sobre fauna silvestre

Wayne J. Arendt
Curador del Aviario

Como en el pasado, las investigaciones sobre la fauna silvestre llevadas a cabo durante el 1980 se concentraron en el peligro de extinción de la cotorra puertorriqueña. Observación continua de la población silvestre de cotorras todo el año nos permitió evaluar no sólo la fluctuación en el número total de cotorras, sino más importante, los cambios temporeros y espaciales en el uso del hábitat. Dichos cambios ocurrieron en estaciones de anidar y dormir durante movimiento dentro del bosque y vuelos a alturas más bajas que se observaron de vez en cuando, a veces más allá de la zona del bosque. Se cree que esos vuelos son una respuesta a un recurso adicional de alimentos consistentes en las cosechas de maíz y gandules, ambas comidas favoritas de la especie.

Un estudio a largo plazo para controlar el parasitismo de moscardón (*Philornis* sp.) en la cotorra y otras especies avícolas está por terminarse. El estudio se condujo sobre un anidador substituto de cavidades, el zorzal pardo, conocido depredador de huevos y crías de la cotorra. Un estudio a fondo de la ecología de los zorzales, recalcando su reproducción, está en progreso y se finalizará dentro de los próximos dos años.

Los esfuerzos investigativos se han ampliado, tendencia que debe prevalecer en años futuros. El Instituto llegó a numerosos acuerdos de cooperación con agencias internacionales para trabajar en Dominica y Santa Lucía y con instituciones educativas y grupos de investigación para programas a largo plazo orientados hacia la ecología y administración de la conservación de la fauna silvestre y su hábitat en el Caribe.

Resultados de la temporada de reproducción de la cotorra de 1980

Se produjeron exitosamente 8 cotorritas, incluyendo 2 polluelos producidos en cautiverio lo cual subió la población silvestre a cerca de 26 individuos.

El análisis de las hormonas esteroides tomadas de la escreta de las cotorras puertorriqueñas cautivas confirmó que la bandada está compuesta de 8 hembras y 6 machos.

Tres de las cuatro parejas de cotorras silvestres reproductoras en 1979 produjeron huevos en 1980. La pareja que no produjo se observó durante casi toda la época de reproducción cerca de la estación de anidar tradicional, pero demostró poco interés en anidar. El acompañamiento de sus dos descendientes de la época de reproducción anterior puede haber influenciado su aparente apatía a anidar. Aunque dos de las parejas que anidaron tuvieron éxito en producir 3 polluelos cada una, la tercera hembra puso huevos fértiles pero de cascarón muy fino y todos fracasaron en empollar. Un experimento de doble nidada en ese nido tuvo éxito en producir una segunda puesta de huevos fértiles. Aunque ninguno empolló porque uno tenía cascarón muy fino y el otro tuvo dificultades al romper el cascarón, el hecho de que el esfuerzo reproductivo se intensifica con

Research in Wildlife

Wayne J. Arendt
Aviary Curator

As in the past, wildlife research conducted during 1980 focused on the endangered Puerto Rican parrot. Throughout the year, a continued monitoring of the wild parrot population allowed us to assess not only the fluctuations of the total numbers of individuals, but more importantly, the temporal and spatial shifts in habitat use. Such shifts occurred at roosting and foraging sites, during movements within the forest, and in occasionally observed flights to lower elevations, sometimes ranging beyond the forest boundary. These flights are believed to be in response to an additional food resource in the form of cultivated crops such as corn and pigeon peas, both being favorite foods of this species. A long-term pesticide study to control warble fly (Philornis sp.) parasitism on the parrot and other avian species is drawing to a close. This study was conducted on a surrogate cavity nester, the pearly-eyed thrasher, a known predator on the eggs and young of the parrot. An in-depth study of the ecology of the thrasher, with an emphasis on its reproductivity, is in progress and will be completed within the next 2 years.

Research efforts have begun to broaden, a trend that should prevail throughout the coming years. The Institute entered into numerous cooperative agreements with international agencies for work in Dominica and St. Lucia and with educational institutions and research groups for long-term ecological and management-oriented programs for the conservation of wildlife and their habitat in the Caribbean.

Outcome of the 1980 Parrot Breeding Season

The successful fledging of 8 parrot chicks, including 2 captive-produced chicks, brought the wild population up to about 26 individuals.

The analysis of steroid hormones taken from the fecal material of the captive Puerto Rican parrots confirmed that the flock is comprised of 8 females and 6 males.

Three of the four wild parrot pairs that bred in 1979 produced eggs in 1980. The nonbreeding pair was observed throughout most of the breeding season near the traditional nest site but showed little interest in nesting. The accompaniment of their 2 offspring from the previous breeding season may have influenced their apparent apathy in nesting. While two of the nesting pairs were successful in fledging 3 chicks each, the third female laid fertile but very thin-shelled eggs, all of which failed to hatch. A double-clutching experiment at that nest was successful in producing a second set of fertile eggs. Although neither hatched as a result of one being thin-shelled and the other having hatching difficulties, the fact that the reproductive effort was enhanced by this technique substantiates the hope that double and even triple clutching experiments will prove to be important procedures in bolstering the wild population. At the same nest, and in place of thin-shelled eggs, dummy eggs were substituted to

esta técnica fundamenta la esperanza de que experimentos de nidadas dobles y hasta triples se prueben como procedimientos importantes para incrementar la población silvestre. En el mismo nido y en lugar de los huevos de cascarón muy fino, se colocaron huevos artificiales para evitar abandono del nido hasta que se pudiese colocar allí los 2 polluelos producidos en cautiverio. La pareja del nido aceptó a los polluelos sin dificultad y se criaron normalmente.

Cinco cotorras nativas cautivas produjeron 18 huevos, 4 de ellos fértiles. Tres empollaron y dos sobrevivieron para participar en la población silvestre. Experimentos de doble nidada se llevaron a cabo con 3 de las 5 parejas y dos de las hembras produjeron huevos. Una pareja produjo dos huevos fértiles y aunque uno empolló, ninguno sobrevivió. Parejas reproductoras de cotorras dominicanas cautivas se utilizaron para incubar huevos de cotorras puertorriqueñas producidos en cautiverio y polluelos jóvenes, mientras que individuos de la especie nativa producían huevos adicionales en los experimentos de doble nidada. Polluelos de las cotorras dominicanas también se utilizaron como progenie substituta para aumentar el interés reproductivo en las cotorras puertorriqueñas cautivas y para mantener adultos interesados en el sitio hasta que hubiese polluelos de cotorras nativas disponibles para colocarse en los nidos.

Reproducción en la población cautiva

El optimismo sobre el éxito del programa de reproducción en cautiverio aumentó nuevamente este año debido a la producción de dos polluelos más en cautiverio de la misma pareja de cotorras puertorriqueñas que en 1979 produjeron el primer polluelo informado incubado en cautiverio y exitosamente criado en lo silvestre. Ambos polluelos se liberaron al estado silvestre en junio y se han observado con sus padres adoptivos tan tarde como en noviembre de este año. Es también estimulante la conducta marcadamente reproductora exhibida por una segunda pareja adulta que todavía no ha producido huevos fértiles y una pareja casi adulta que anteriormente no había dado señales de reproducción.

Las técnicas de reproducción en cautiverio para estimular éxito con la cotorra puertorriqueña continúan en uso. Varias veces se utilizó el intercambio de huevos y polluelos de las cotorras puertorriqueñas y dominicanas. En este procedimiento los huevos o polluelos se extraen de nidos en que aparentemente no habrá crianza exitosa y se colocan con una hembra substituta que haya probado su confiabilidad.

Se llevaron a cabo experimentos de doble anidación utilizando cotorras dominicanas como control y hembras puertorriqueñas con huevos infértiles. En este procedimiento se extraen los huevos del nido con la esperanza de que la hembra produzca más del número normal. Para evitar abandono del nido se colocan huevos artificiales casi enseguida. El desarrollo de la técnica de determinar el sexo usando hormonas esteroides asegura el mantenimiento de parejas heterosexuales en las cotorras cautivas. Todas estas técnicas en conjunto con la incubación artificial de huevos y la empollación artificial de polluelos jóvenes ayudaron al éxito del programa de reproducción en cautiverio en 1980.

guard against nest desertion until the 2 captive-bred chicks could be fostered into the nest. The nest pair accepted the chicks without difficulty and the young birds fledged normally.

Five captive female Puerto Rican parrots produced 18 eggs, 4 of which were fertile. Three hatched and two survived to fledge in the wild. Double-clutching experiments were performed on 3 of the 5 pairs, with 2 of those females producing eggs. One pair laid two fertile eggs but, although one hatched, neither survived. Breeding pairs of captive Hispaniolan parrots were used to incubate captive-produced Puerto Rican parrot eggs and young chicks while individuals of the native species were producing additional eggs in the double-clutching experiments. Hispaniolan chicks were also used as surrogate offspring to increase breeding interest among the captive Puerto Rican parrots and in wild nests to keep the adults interested in the site until Puerto Rican parrot chicks were available to foster into the nests.

Captive Breeding of Parrots

Optimism for the success of the captive breeding program was raised again this year with the hatching of two more captive-bred chicks from the same Puerto Rican parrot pair that, in 1979, produced the first reported captive-bred chick to be successfully fledged into the wild. Both chicks were released to the wild state in June and have been observed with their foster parents as late as November of this year. Equally encouraging is the strong breeding behavior exhibited by a second adult pair that have yet to produce fertile eggs and in a sub-adult pair that has never before shown any signs of breeding.

Captive breeding techniques to bolster reproductive success in the Puerto Rican parrot continue as they have in the past. Cross-fostering of both Puerto Rican and Hispaniolan parrot eggs and chicks took place on several occasions. In this procedure eggs or chicks are removed from nests in which successful rearing appears unlikely and are placed under a surrogate female of proven trustworthiness. Double-clutching experiments were performed using the Hispaniolan parrot controls and Puerto Rican females with unfertilized eggs. In this procedure the eggs are removed from a nest in hopes that the female will produce more than the normal number. To guard against nest desertion, dummy eggs are substituted shortly afterwards. The development of the steroid hormone sexing technique will assure the maintenance of heterosexual pairs in the captive parrots. All of these techniques, together with the artificial incubation of eggs and the artificial brooding of young chicks, helped make the 1980 captive breeding program a success.

For the coming breeding season planned studies and objectives include: triple-clutching experiments, continued cross-fostering, determination of restraints on brood size in captive breeders, optimizing the ambient conditions influencing incubating eggs and brooding chicks, and artificial insemination.

Los estudios planificados y los objetivos de la siguiente época de reproducción incluyen: experimentos de triple anidación, intercambio de adopciones, determinación de las restricciones sobre el tamaño de la cría en reproductores cautivos, llevando a un grado óptimo las condiciones del ambiente que influyeran los huevos de incubación y empollaciones y la inseminación artificial.

Noticias administrativas sobresalientes

Las actividades anteriores a la época de reproducción incluyeron censos de cotorras y preparaciones tales como apertura y limpieza de las cajas para anidar y la extracción de abejas, que a pesar de los esfuerzos concertados por eliminarlas, de alguna manera entran por miríadas de huecos desapercibidos. Durante la época de reproducción se protegieron las áreas de anidar y los nidos activos de interferencia humana y de animales depredadores. Además, el personal de campo le dio seguimiento a cada etapa de anidación para continuar los estudios biológicos respecto de la conducta y la biología de reproducción de esta especie. Más de una vez, el seguimiento preciso de los nidos activos ayudó a encontrarle solución a problemas inducidos por el clima y los animales que sin intervención hubiesen causado una baja marcada en el éxito de la reproducción este año.

Dos proyectos de intensificación de estaciones de anidación se completaron después de la época de reproducción de 1980. El primero trae la esperanza de seducir a anidar a una pareja que no ha reproducido anteriormente. El segundo tiene como objetivo asegurar que una de las 4 parejas tradicionalmente anidadores continúe anidando en su estación anterior. En la primera estación se profundizó una cavidad poco profunda sub-óptima para anidar y se le proveyó una extensión de polivinil a prueba de agua y perdurable (CPV) para llevar a un grado óptimo la profundidad e "idoneidad" dado el caso que la pareja decida anidar esta época próxima. En la segunda estación, en un nido activo hecho con una extensión CPV y protegido contra la lluvia con una cabecera de Palo Colorado, se reemplazó la vieja cabecera podrida por una nueva de la misma madera. A las 26 cajas de nidos de cotorra PVC adicionales distribuidas por el bosque, que hasta la fecha no han sido aceptadas por cotorras posiblemente anidadoras, se les añadió enredaderas más elaboradas que conducen a la entrada de los nidos y cada caja se disfrazó con muchas bromelias.

Noticias adicionales sobre investigaciones

Una de las causas principales de la mortalidad en los nidos respecto de ambos la cotorra y el zorzal pardo puertorriqueño en el Bosque Pluvial de Luquillo es el parasitismo avícola del mascardón (*Philornis*). Se llevó a cabo un estudio de dos años con pesticidas en las cajas de zorzales para encontrar un control confiable del parásito. Durante la época de reproducción de 1979 y de 1980 se utilizaron varios tipos de pesticidas en nidos y polluelos comparando viabilidad de aplicación y seguridad en su uso. Se consideró seriamente la posibilidad y grado de efectos y daños a largo plazo que podría sufrir el animal estudiado, el investigador y el ambiente. Aunque el polvo de "pyrethrin" fue efectivo (Tabla 1), se discontinuó después de la primera temporada por motivo de las reacciones adversas sobre el investigador y la dificultad en aplicarlo; su aplicación fue afectada

Management Highlights

Pre-breeding season activities included parrot censuses and preparatory procedures such as the opening and cleaning of nest boxes and the extraction of homesteading bees that, despite a yearly concerted effort to abolish them, somehow manage to gain entrance through a myriad of undetected holes. During the breeding season the nesting areas and the active nests were guarded against human interference and animal predation. Likewise, field personnel monitored each stage of the nesting effort to continue the biological studies regarding the behavior and breeding biology of this species. More than once, the close monitoring of active nests aided in the discovery and resolution of climatic and animal-induced problems that, without such intervention, would have seriously lowered this year's reproductive success.

Two major nest-site enhancement projects were completed after the 1980 breeding season. The first will hopefully entice a previously non-breeding parrot pair to nest. The second is intended to assure that one of the 4 traditional nesting pairs will continue to nest at its previous nest site. At the first site, a shallow and sub-optimal nesting cavity was deepened and furnished with a durable and waterproof polyvinyl chloride (PVC) plastic extension to optimize cavity depth and "suitability" in case the pair does decide to nest this next season. At the second site, an active nest comprised of a PVC extension fitted with a wooden "Palo Colorado" tree headpiece, the old headpiece rotted away and was replaced with a new facade of the same material. The additional 26 PVC artificial nest boxes distributed throughout the forest that, as yet, have not been accepted by prospective nesting parrots, were furnished with more elaborate vines leading to nest entrances and each box was disguised with many bromeliads.

Additional Research Highlights

Within the Luquillo Rain Forest, avian actoparasitism involving flies of the genus Philornis is a major cause of nestling mortality in both the Puerto Rican parrot and a secondary cavity nester, the pearly-eyed thrasher. A two-year pesticide study was conducted on the thrasher in search of a safe and reliable control against this dipteran parasite. During the 1979 and 1980 nesting seasons various types of pesticides were administered to thrasher nests and chicks and were compared for effectiveness, feasibility of application, and safe use. Strong consideration was given to the possibility and degree of side effects and long-term harm that could be suffered by the study animal, the investigator, and the environment. Although the pyrethrin powder was effective (Table 1), it was discontinued after the first season because of its harsh side effects on the investigator and the difficulty involved in its application; its administering was greatly affected by heavy rains and high winds. An additional pesticide (methomyl), a fly bait in granular form, was tested but was disqualified early in the first season because of high humidity. Often at the point of saturation, the constant high humidity caused the granules to "melt", rendering the pesticide's active ingredients completely ineffective.

An organic phosphate type pesticide (2,2-Dichlorovinyl dimethylphosphate) similar to the well-known Shell "no pest strip" proved to be by

gravemente por fuertes lluvias y vientos. Otro pesticida, un cebo para moscas en forma granular (methomyl), se descualificó a principios de la primera temporada debido a la humedad alta. La humedad alta constante, a menudo cerca del punto de saturación, causaba que se derritiesen los gránulos, inactivando los ingredientes del pesticida.

Un pesticida fosfatado de tipo orgánico (2,2 Dichlorovinyl dimethyl-phosphate) parecido a la conocida tira pesticida comercial Shell resultó ser por mucho el más efectivo (Tabla 1). Se colocaron distintos tamaños dentro de cajas de anidar de zorzales cuando empolló el primer polluelo y se comparó la efectividad de prevenir implantación subcutánea de larva de moscardón en los polluelos en desarrollo. Las tiras se colocaron en la parte inferior del techo para evitar ingestión de los zorzales pequeños y los adultos. Además de resultar efectiva, la tira de pesticida fue lo más conveniente y práctico respecto de su aplicación. Un solo clavo mantenía a cada tira asegurada al techo. No hubo necesidad de aplicar pesticida en días alternos, como con el polvo de "pyrethrin". Las tiras de pesticidas retuvieron su efectividad como por tres meses o durante dos anidaciones sucesivas. El tamaño de 2 X 2 mm², aunque mucho más efectivo que el de 1 X 1 mm², no fue 100% efectivo como fue la tira 4 X 4 mm². El tamaño y potencialidad para la tira de pesticida comienza en la de 4 X 4 mm² para las cajas de anidar (86 X 23 X 20 cm) usadas en este estudio. Pueden llevarse a cabo experimentos similares sobre comparación de tamaños para determinar el límite efectivo de tamaño para cajas de anidar de distintas formas y tamaños.

Los fosfatos orgánicos son colinesterase inhibitorios y a menudo ocasiones serios desórdenes perjudiciales al sistema nervioso. Por tanto, se mantuvo al animal del estudio y al investigador bien observados para detectar dichos desórdenes rápidamente. El consenso de las autoridades que conocen este compuesto es que actúa inmediatamente, o no actúa jamás. Si no se tiene malos efectos al momento de la aplicación, el compuesto no ha afectado al organismo. Distinto a otros compuestos, no se acumulan residuos en los tejidos que puedan causar daños posteriormente. Ni los polluelos de zorzal, ni el investigador, dieron señales de envenenamiento.

Todos los pesticidas tienen el potencial de causar distintos grados de toxicidad en organismos vivos. Por lo tanto, debe buscarse métodos de control alternos, como son los controles biológicos. Una práctica arraigada para desalentar a los insectos en las averías es el uso de hojas de tabaco en las cajas de anidar y jaulas de pájaros en cautiverio. El método se está considerando, de nuevo con zorzales, para las pruebas en la época de reproducción siguiente. Su uso como técnica administrativa alienta, dado que se sabe que utilizar insecticidas naturales derivados de químicos naturales encontrados en las plantas son mucho menos tóxicos para los animales.

Convenios cooperativos

El Instituto suscribió un número de convenios cooperativos en 1980. El Dr. Stanley A. Temple y su estudiante graduado, el Sr. Eduardo Santana Castellón de la Universidad de Wisconsin-Madison, empezaron un trabajo que posteriormente nos permitirá radio rastrear cotorras en vuelo libre, dando por primera vez la oportunidad de observación fiel de conducta, movimiento,

far the most effective (Table 1). Various sizes were placed inside thrasher nest boxes at the hatching of the first chick and were compared for effectiveness in preventing the subcutaneous implantation of warble fly larvae in the developing nestlings. The strips were placed on the underside of the roof to prevent ingestion by both young and adult thrashers. Besides being effectual, the pest strip was the most convenient and practical in application. A single nail held each strip securely to the roof. There was no need for the alternate day administering of the pesticide as with the pyrethrin powder. Pest strips remained effective for about 3 months, or for two successive nestings. The 2 X 2 mm² size, although much more effective than the 1 X 1 mm² size, was not 100% effective in deterring parasitism as was the 4 X 4 mm² strip. The size limit and potency threshold for the pest strip is at the 4 X 4 mm² size for the rectangular nest boxes (86 X 23 X 20 cm.) used in this study. Similar size comparison experiments can be performed to determine the strip size-effectual limit for nest boxes of varying shapes and sizes.

Organic phosphates are cholinesterase inhibitors, often causing serious deleterious disorders in the nervous system. Therefore, both the study animal and the investigator were closely monitored for early detection of such disorders. A general consensus made by leading authorities familiar with this compound was that it acts immediately or not at all. If no ill effects are observed at the time of application, the compound has not affected the organism. Unlike many compounds, there is no residual build-up in the tissues that could cause harm at a later time. Neither the thrasher chicks nor the investigator showed any signs of poisoning.

All pesticides have the potential of causing various degrees of toxicity in living organisms. Therefore, alternate control methods such as biological controls should be sought. A widespread practice among aviculturists is the use of tobacco leaves as an insect deterrent in nest boxes and cages of captive birds. This method is under consideration for trials this coming nesting season, again to be conducted on the thrasher. Its use as a management technique is hopeful since it is known that "natural" insecticides derived from inherent chemicals found in plants are much less toxic to animals.

mortalidad y dinámicas de la población silvestre. Además, un estudio profundo del gavilán de cola roja que se llevará a cabo por el señor Santana será de mucho valor para adquirir conocimiento sobre la ecología de dicha predatoria que se cree ejerce el gavilán sobre la cotorra puertorriqueña.

Un acuerdo colectivo entre el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) y la Estación Experimental de Bosques Sureños (Southern Forest Experiment Station) ha traído al Dr. Alexander Cruz, científico visitante y profesor de la Universidad de Colorado, a Puerto Rico. El doctor Cruz es un ecólogo y ornitólogo investigador que ha venido a la isla a llevar a cabo estudios ecológicos comparando la composición de la población, densidad y distribución de las aves en relación a la diversidad del hábitat y estructura de la vegetación, con énfasis sobre los aspectos de la vegetación. Comparará las relaciones de flora y fauna en bosques naturales y ambientes artificiales (plantaciones).

Se han aumentado los esfuerzos por salvar el número rápidamente decreciente de cotorras Amazona en las Antillas. El Instituto, en cooperación con el U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS), condujo un programa de adiestramiento para dos biólogos de Dominica sobre métodos de cuidado y administración de cotorras cautivas. Se les enseñó también varias técnicas de campo utilizadas en los esfuerzos por restablecer las poblaciones de cotorras silvestres drásticamente reducidas por dos huracanes devastadores que azotaron a Dominica en 1979. De igual modo el Instituto y USFWS traerán a Puerto Rico dos biólogos de Santa Lucía a principios de 1981 para trabajar con el personal especializado en vida silvestre en un programa de adiestramiento similar con los mismos objetivos.

Objetivos a largo plazo de investigaciones de vida silvestre

Además del restablecimiento de la cotorra puertorriqueña, los estudios futuros nos permitirán reconocer e inventariar los animales nativos introducidos y silvestres en el Bosque Experimental de Luquillo para establecer densidad y distribución de la población y su impacto sobre ecosistemas naturales y alterados. Actualmente se lleva a cabo un estudio comparativo de la avifauna del bosque, en un esfuerzo por aprender más sobre patrones inter e intraespecíficos de cambio de plumaje, variaciones y morfológicos en el plumaje dentro de las clases, a base de sexo y edad y el impacto de las enfermedades y parásitos sobre nuestras poco estudiadas y particulares especies de pájaros.

Mientras se realiza la reintroducción tentativa de estaciones de cotorras en bosques estatales a través de la isla, las investigaciones sobre vertebrados en el Bosque Experimental de Luquillo pueden extenderse y modificarse para incluir estudios comparativos en base a toda la isla.

Table 1. Mortality rates in pearly-eyed thrasher chicks at control and experimental nests within the Luquillo Experimental Forest during the 1979-80 breeding seasons. The study was conducted at an elevation of about 750 m between kms 12 and 16 on highway 191.

| Sample <u>1/</u> Size (n) | Treatment | Mean <u>2/</u> Clutch Size | Mean No. Chicks Fledged/nest | SD(+) | Chick <u>3/</u> Mortality % |
|---------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------------------|-------|-----------------------------------|
| 5 | Pyrethrin | 2.57 | 2.2 | 0.45 | 0 |
| 20 | 4X4* | 3.14 | 2.55 | 0.83 | 0 |
| 14 | 2X2* | 2.93 | 2.29 | 0.83 | 8.6 |
| 10 | 1X1* | 3.2 | 1.6 | 0.97 | 20 |
| 29 | Control | 3.0 | 1.34 | 1.14 | 40 |

1/ Number of nests surviving to the nestling stage

2/ Average number of eggs laid in each nest

3/ Includes only chicks that died as a result of warble fly parasitism

* Size of the pest strip in mm²

Cooperative Agreements

The Institute entered into a number of cooperative agreements in 1980. Dr. Stanley A. Temple and his graduate student, Mr. Eduardo Santana Castellón, from the University of Wisconsin-Madison began work that will eventually allow us to radio track free-flying parrots, presenting for the first time the opportunity of closely monitoring behavior, movements, mortality, and population dynamics in the wild. Also, an in-depth study of the red-tailed hawk to be conducted by Mr. Santana will prove invaluable to the acquisition of knowledge concerning the ecology of this species, which will then be drawn upon to mitigate the predation pressure that red-tails are thought to have on the Puerto Rican parrot.

A Collection Agreement made between the National Research Council and the Southern Forest Experiment Station has brought visiting scientist and University of Colorado professor, Dr. Alexander Cruz, to Puerto Rico for one year. Dr. Cruz is an ecologist and research ornithologist who has come to the island to conduct ecological studies comparing avian population composition, density, and distribution in relation to habitat diversity and vegetation structure, with emphasis on the vegetational aspects. He will compare faunal and floral relationships in both natural forest stands and artificial (plantation) environments.

Increasing efforts are being made to save the rapidly declining numbers of endemic Amazona parrots throughout the West Indies. The Institute, in cooperation with the U. S. Fish & Wildlife Service (USFWS), conducted a training program for two Dominican biologists in methods involved in care and management of captive parrots. They were also taught varied field techniques to be used in efforts to restore the drastically reduced wild parrot populations stricken by two devastating hurricanes that ripped through Dominica in 1979. Similarly, the Institute and the USFWS will bring two St. Lucian biologists to Puerto Rico early in 1981 to work with our wildlife personnel in a similar training program with the same objectives.

Long-range Objectives in Wildlife Research

In addition to the restoration of the Puerto Rican parrot, future studies will allow us to survey and make inventories of the Luquillo Experimental Forest's native, introduced, and feral animals to establish population densities, distribution, and their impact on natural and altered ecosystems. Currently, a comparative study of the forest's avifauna is being conducted in an effort to learn more about inter and intraspecific molt patterns, morphological and plumage variations within different sex and age classes, and the impact that disease and parasites have on our unique and little-studied bird species.

As tentative parrot reintroduction sites materialize in State-owned forests throughout the island, research conducted on the vertebrates harbored within the Luquillo Experimental Forest can be extended and modified to include comparative studies on an island-wide basis.

Estudios Especiales

Frank H. Wadsworth
Dasonomo de Investigaciones

El proyecto principal de investigaciones bajo este título es producir un texto sobre la producción del bosque en la América tropical. La tarea es familiarizar a estudiantes de escuelas de dasonomía neotropical con las décadas de más experiencia en los trópicos del hemisferio oriental y encastrarlos hacia un enfoque receptivo del potencial que tiene la ecología moderna para contribuir a la dasonomía. La primera gran tarea fue la recopilación de la información disponible. La revisión de microfilmes del servicio centralizado de títulos de Oxford, desde el 1920 hasta 1977, produjo una lista básica de 5,500 títulos. Unos 2,000, que no están disponibles en Puerto Rico, se revisaron en un periodo de cuatro semanas en el "Commonwealth Forestry Institute", en Oxford. Se aprovechó viajes a Nigeria y Sarawak para aumentar la familiaridad con las condiciones y prácticas actuales. De las referencias restantes, todas en la biblioteca del Instituto, falta revisar cerca de 1,000 antes de comenzar el texto. Se someterá el manuscrito a fines del 1981.

Se recibió una subvención del programa "Man and the Biosphere" para analizar medidas de crecimiento a largo plazo en el Bosque Experimental de Luquillo como base para el manejo de bosques secundarios tropicales. Se empezó el trabajo con una selección de especies e inventario de su representación en aproximadamente 500 parcelas en bosques húmedos subtropicales desde el 1943. El estudio consiste en relacionar el crecimiento medido con los parámetros de valor potencial predictivo y derivar una base tentativa para tratamientos silviculturales, selección de árboles y su cultivo. La fase final del estudio se concentrará en árboles de crecimiento excepcionalmente rápido a usarse como claves para identificar las relaciones de causas que son relevantes a la silvicultura.

Special Studies

Frank H. Wadsworth
Research Forester

The major research project under this heading is the production of a text on forest production for Tropical America. The task is to bring to students of forestry schools of the neotropics a familiarity with decades of longer experience in the tropics of the eastern hemisphere and a receptive view toward the potential contribution of modern ecology to forestry. The first task, and a large one, has been to collect available information. Scanning of CAB Centralized Title Service microfilms from 1920 through 1977 produced a basic reference list of 5,500 titles. Some 2,000 of these not available in Puerto Rico were reviewed during a four-week period at the Commonwealth Forestry Institute in Oxford. Advantage was taken of trips to Nigeria and Sarawak to increase familiarity with conditions and current practices. Of the remaining references, all of which are in the Institute's library, about 1,000 remain to be reviewed before beginning on the text. The manuscript is to be submitted late in 1981.

A grant was received from the U. S. Man and the Biosphere Program to analyze long-term tree growth measurements in the Luquillo Experimental Forest as a basis for management of secondary tropical forests. The work has begun with a selection of species and an inventory of their representation in some 500 permanent plots in subtropical wet forest dating since 1943. The study is to relate measured growth to parameters of potential predictive value and to derive a tentative basis for silvicultural prescription, crop-tree selection, and tending practice. The final phase of the study will concentrate on trees of exceptionally rapid growth as clues to causal relationships of silvicultural significance.

A. ITF PUBLICATIONS - 1980

- * Indicates reprints available at ITF
- * Indicación de reimpresos disponibles para distribución de IDT

Arendt, W.J. Una introducción a la ecología del zorzal pardo (Margarops fuscatus) en la Sierra de Luquillo, Puerto Rico (An introduction to the ecology of the pearly-eyed thrasher (Margarops fuscatus) in the Luquillo Mountains, Puerto Rico). En Memorias del Segundo Coloquio sobre la Fauna de Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Colegio Universitario de Humacao, Departamento de Biología, enero 1980, p. 69-80 + 5 tables.

Arendt, W. J., T. A. Vargas Mora, and J. W. Wiley. White-crowned pigeon: Status rangewide and in the Dominican Republic. Proc. Ann. Conf. S. E. Assoc. Fish and Wildl. Agencies 33:111-122.

*Brown, S., and A. E. Lugo. Preliminary estimate of the storage of organic carbon on tropical forest ecosystems. p. 118-139. In The role of tropical forests on world carbon cycle. S. Brown, A. E. Lugo and B. Liegel, eds. CONF-800350 UC-11 U. S. Dep. of Energy. Also available from: National Technical Information Service, U. S. Dep. of Comm., 5285 Port Royal Road, Springfield, Va. 22161. 156 p.

*Brown, S., A. E. Lugo and B. Liegel, eds. The role of tropical forests on the world carbon cycle. CONF-800350 UC-11 U. S. Dep. of Energy. Also available from: National Technical Information Service, U. S. Dep. of Comm., 5285 Port Royal Road, Springfield, Va. 22161. 156 p.

Cintrón, G., C. Goenaga y A. E. Lugo. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. (Study of mangrove development in dry coastal areas). p. 18-32. En Estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Unesco. Montevideo ISBN 92-3-001810-4. 405 p.

*Crow, T. R. A rainforest chronicle: a 30-year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. Biotropica 12(1):42-55.

*Figueroa, J. C. and J. L. Whitmore. Eucalyptus provenances tested in Puerto Rico: five years after outplanting. Southern Journal of Applied Forestry 4(4):169-174.

*Lugo, A. E. Are tropical forests sources or sinks of carbon? p. 1-18. In The role of tropical forests on world carbon cycle. S. Brown, A. E. Lugo and B. Liegel, eds. CONF-800350 UC-11 U. S. Dep. of Energy. Also available from: National Technical Information Service, U. S. Dep. of Comm., 5285 Port Royal Road, Springfield, Va. 22161. 156 p.

- *Lugo, A. E. La ecología, los sistemas tropicales y el hombre. (Ecology, tropical systems and man). Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 34(137):7-41.
- *Lugo, A. E. Mangrove ecosystems: successional or steady state? Biotrópica 12 Suppl. 2:65-72.
- *Lugo, A. E. and S. Brown. Ecological issues associated with the interpretation of atmospheric CO₂ data. p. 30-43. In The role of tropical forests on world carbon cycle. S. Brown, A. E. Lugo and B. Liegel, eds. CONF-800350 UC-11 U. S. Dep. of Energy. Also available from: National Technical Information Service, U. S. Dep. of Comm., 5285 Port Royal Road, Springfield, Va. 22161. 156 p.
- *Lugo, A. E. and S. Brown. Tropical forest ecosystems: sources or sinks of atmospheric carbon? Unasylva 32(129):8-13.
- Lugo, A. E., G. Cintrón y C. Goenaga. El ecosistema del manglar bajo tensión. (The mangrove ecosystem under stress). En Estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Unesco. Montevideo ISBN 92-31810-4. 405 p.
- Schubert, T. H. Review of: A. G. Voorhoeve. 1979. Liberian High Forest Trees. Agricultural Research Report 652, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands. In Journal of Forestry 78(11):705-706.
- Wadsworth, F. H. Review of: Norman Myers. Conversion of tropical moist forests. Report prepared for the Committee on Research Priorities in Tropical Biology of the National Research Council, National Academy of Sciences, 205 p. In American Forests 86(10):32.
- Wadsworth, F. H. Review of: CEQ/State. Global 2000 report. In International Society of Tropical Foresters ISTF Newsletter 1(4):5.
- Wadsworth, F. H. Review of: National Academy of Sciences. Research priorities in tropical biology. In International Society of Tropical Foresters ISTF Newsletter 1(4).
- Wadsworth, F. H. Review of: Martin Chudnoff. Tropical timbers of the world. Forest Products Laboratory, Forest Service, USDA, 826 p. In International Society of Tropical Foresters ISTF Newsletter 1(3):6.
- Wadsworth, F. H. Review of: IUCN/UNESCO/FAO. World conservation strategy. In International Society of Tropical Foresters ISTF Newsletter 1(3):1,3,4.

Weaver, P. L. 1978. Incremento periodico anual a largo plazo del DAP (DBH) en bosques naturales de Puerto Rico - implicaciones para su manejo. (Long term annual increment (DBH) in natural forests of Puerto Rico - management implications). p. 42-56. In Proceedings of the Fifth Symposium on Natural Resources, Department of Natural Resources, San Juan, Puerto Rico. 127 p.

*Weaver, P. L. 1979a. Agri-silviculture in tropical America. *Unasylva* 31(126):2-12.

Weaver, P. L. 1979b. Caracterización preliminar de los bosques secundarios en Puerto Rico. (Preliminary characterization of the secondary forests in Puerto Rico). p. 145-155. In Proceedings of the Sixth Symposium on Natural Resources, Puerto Rico Department of Natural Resources, San Juan, Puerto Rico. 171 p.

Whitmore, J. L. Review of: R. F. Zacharin. 1978. Emigrant eucalypts. Melbourne Univ. Press, Carlton, Victoria, Australia, 137 p. In Journal of Forestry 78(1):39.

*Whitmore, J. L., and L. H. Liegel. Spacing trial of Pinus caribaea var. hondurensis. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-162. 9 p.

Zerbe, J. L., J. L. Whitmore, H. E. Wahlgren, J. F. Landrie, and K. A. Christopherson. Forestry activities and deforestation problems in developing countries: report to U. S. Dep. of State (AID PASA No. AG/TAB-1080-10-78). Forest Products Laboratory, Forest Service, USDA, 115 p. + appendices.

B. OTHER PUBLICATIONS (ALL AVAILABLE FOR DISTRIBUTION):

Briscoe, C. B. Tree diameter growth in the dry limestone hills. ITF Trop. For. Note No. 12. 2 p.

Briscoe, C. B. and R. W. Nobles. Height growth of mahogany seedlings. ITF Trop. For. Note No. 13. 2 p.

Briscoe, C. B. and R. Ybarra-Coronado. Increasing growth of established teak. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-13. 7 p.

Chudnoff, M. and E. Goytia. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 Progress Report). U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-12. 28 p.

Chudnoff, M. and E. Goytia. Dimensional stabilization of tropical hardwoods with polyethylene glycol. *Turrialba* 17:309-314.

Chudnoff, M. and E. Goytia. The effect of incising on drying, treatability, and bending strength of posts. U. S. For. Serv. Res. Pap. ITF-5. 20 p.

- Chudnoff, M. Void volume wood: an any-tree-whole tree use concept. For. Prod. Jour. 22(6):49-53.
- Chudnoff, M., E. D. Maldonado, and E. Goytia. Solar drying of tropical hardwoods. U. S. For. Serv. Res. Pap. ITF-2. 26 p.
- Chudnoff, M. and T. F. Geary. On the heritability of wood density in Swietenia macrophylla. Turrialba 23(3):359-363.
- Chudnoff, M. and T. F. Geary. Terminal shoot elongation and cambial growth rhythms in Pinus caribaea. Comm. For. Rev. 52(4) No. 154 317-324.
- Crow, T. R. and David F. Grigal. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. Vegetatio 40(3):135-146.
- Crow, T. R. and P. L. Weaver. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-22. 17 p.
- Englerth, G. H. and E. D. Maldonado. Bamboo for fence posts. Trop. For. Notes No. 6 (also in Spanish in "Apuntes Forestales Tropicales" No. 6).
- Englerth, G. H. Air drying conditions for lumber in the San Juan area. Tropical Forestry Notes No. 1. Tropical Research Center, Río Piedras. 2 p.
- Ewel, J. J. and J. L. Whitmore. Ecological life zones of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-18. 79 p. plus map.
- Ewel, J. J. and J. L. Whitmore. Las zonas de vida de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Americanas: una sinopsis. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-18A. 9 p. plus map.
- Geary, T. F., H. Barres, and R. Ybarra-Coronado. Seed source variation in Puerto Rico and Virgin Islands grown mahoganies. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-17. 24 p.
- Little, E. L., Jr., and R. O. Woodbury. Rare and endemic trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Cons. Res. Rep. No. 27. 26 p.
- Little, E. L., Jr., and R. O. Woodbury. Trees of the Caribbean National Forest, Puerto Rico. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-20. 27 p.
- Little, E. L., Jr., R. O. Woodbury, and F. H. Wadsworth. Flora of Virgin Gorda (British Virgin Islands). U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-21. 36 p.

- Longwood, F. R. Present and potential commercial timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guianas, and British Honduras. U. S. Dep. Agric., For. Serv., Agric. Hndbk. No. 207. 167 p.
- Longwood, F. R. Puerto Rican woods: their machining, seasoning and related characteristics. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Agric. Hndbk. No. 205. 98 p. (Spanish trans. will soon be available).
- Maldonado, E. D. Peladora de postes de cadena ajustada. (Translation of "A tight chain post peeler" by W. N. Darwin). Apuntes Forestales Tropicales Núm. 8.
- Nobles, R. W. and C. B. Briscoe. Height growth of mahogany seedlings. U. S. For. Serv. Res. Note ITF-10. 3 p.
- Schubert, T. H. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Tech. Rep. SO-27. 90 p.
- Venator, C. R. and J. E. Muñoz. Containerized tree production in the tropics. In Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68:334-335.
- Venator, C. R. and J. A. Zambrana. Extraction and germination of kadam seed. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-14A (revised).
- Venator, C. R. Natural selection for drought resistance in Pinus caribaea Morelet. Turrialba 26(4):381-387.
- Venator, C. R. A mutant Pinus caribaea var. hondurensis seedling incapable of developing normal secondary needles. Turrialba 26(1):98-99.
- Venator, C. R., C. D. Howes, and L. Telek. Chlorophyll and carotenoid contents of Pinus caribaea seedlings and inferences for adaptability. Turrialba 27(2):169-173.
- Venator, C. R., J. E. Muñoz, and N. F. Barros. Root immersion in water; a promising method for successful bare-root planting of Honduras pine. Turrialba 27(3):287-291.
- Venator, C. R. Formation of root storage organs and sprouts in Pinus oocarpa seedlings. Turrialba 27(1):41-45.
- Wadsworth, F. H. Import substitution: forestry. Industrial Puerto Rico 8(4):22-25, 54-55.
- Weaver, P. L. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-152. 15 p.

Weaver, P. L. and L. Nieves. Periodic annual DBH increment in a subtropical moist forest dominated by Syzygium jambos (L) Alston. Turrialba 28(3):253-256.

Whitmore, J. L. Bibliography on Eucalyptus deglupta Bl. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-17. 18 p.

Whitmore, J. L. Cedrela provenance trial in Puerto Rico and St. Croix: establishment phase. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-16. 11 p.

Whitmore, J. L. and G. Hinojosa. Mahogany (Swietenia) hybrids. U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-23. 8 p.

Whitmore, J. L. Pinus merkusii unsuitable for plantations in Puerto Rico. Turrialba 22(3):351-353.

Woodbury, R. O. and E. L. Little, Jr. Flora of Buck Island Reef National Monument (U. S. Virgin Islands). U. S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-19. 27 p.

Publications requests should be addressed to:

Pedidos de cualquiera de las publicaciones disponibles deben ser dirigidas a:

Institute of Tropical Forestry
P.O. Box AQ
Río Piedras, Puerto Rico 00928

ANNUAL LETTER

1981

PSW FOREST AND RANGE
EXPERIMENT STATION
DEC - 2 1982
STATION LIBRARY



US, INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY,

RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

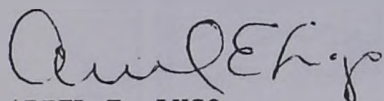
SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION
INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY
P.O. BOX AQ
Río Piedras, Puerto Rico 00928
Junio 1982

Estimados amigos:

A continuación el Instituto les presenta el informe sobre los progresos científicos y actividades durante el 1981. En el mismo sobresalen las 30 publicaciones sobre trabajos de Investigación y varios viajes al extranjero. Para su conveniencia, incluimos una lista de nuestras publicaciones, las cuales hay varias disponibles para distribución. Una lista completa de las publicaciones del Instituto fue incluida en la Carta Anual 1979.

Cordialmente,



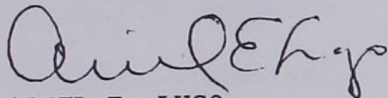
ARIEL E. LUGO
Líder de Proyecto

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION
INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY
P.O. Box AQ
Río Piedras, Puerto Rico 00928
June 1982

Dear Friends:

What follows is the Institute's 1981 report of scientific progress and activities during the year. Highlights were publication of 30 research papers and several trips abroad. For your convenience, we present a list of our publications most of which are available for distribution. A complete list of the Institute's publications was included in the 1979 Annual Letter.

Sincerely,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Ariel E. Lugo', with a stylized flourish at the end.

ARIEL E. LUGO
Líder de Proyecto

Carta Anual ITF 1981

CONTENIDO

| | Páginas |
|--|---------|
| Investigaciones en el Cultivo de Plantaciones <i>por L.H. Liegel y B.B. Cintrón</i> | 1 |
| Investigación en los Bosques Naturales <i>por P.L. Weaver</i> | 16 |
| Investigaciones por Cooperadores del Instituto <i>por A.E. Lugo</i> | 26 |
| Comparación del Crecimiento de los Arboles en Bosques Originados por Plantación y por Regeneración Natural <i>por C.F. Jordan y E.G. Farnworth</i> Instituto de Ecología (TIE) Universidad de Georgia, Athens | 33 |
| Investigación en Vida Silvestre <i>por W.J. Arendt</i> | 35 |
| Estudios Especiales <i>por F.H. Wadsworth</i> | 43 |
| Otras Actividades <i>por A.E. Lugo y J. Feheley</i> | 45 |
| Apéndice. Publicaciones de ITF | 54 |

ITF Annual Letter 1981

CONTENTS

| | Pages |
|--|-------|
| Research in Plantation Culture <i>by L.H. Liegel and B.B. Cintrón</i> | 2 |
| Research in Natural Forests <i>by P.L. Weaver</i> | 17 |
| Research by Institute Cooperators <i>by A.E. Lugo</i> | 27 |
| Comparison of Tree Growth in Natural Regeneration and Plantation Forests <i>by C.F. Jordan and E.G. Farnworth</i> <i>The Institute of Ecology (TIE)</i> <i>University of Georgia, Athens</i> | 34 |
| Research in Wildlife <i>by W.J. Arendt</i> | 36 |
| Special Studies <i>by F.H. Wadsworth</i> | 44 |
| Other activities <i>by A.E. Lugo and J. Fehelley</i> | 46 |
| Appendix. ITF Publications | 54 |

INVESTIGACIONES EN EL CULTIVO DE PLANTACIONES

LEON H. LIEGEL Y BARBARA CINTRON
CIENTIFICO DE INVESTIGACIONES DE SUELOS Y
ECOLOGO DE INVESTIGACIONES

Investigaciones terminadas

Nutrición estacional de árboles de *Pinus caribaea* en Puerto Rico, de 3 y 4 años de edad, de ramas normales y de ramas tipo rabo de zorra. Este es el título de una disertación doctoral completada por Liegel en la Universidad Estatal de Carolina del Norte en Raleigh, (N.C.), bajo los auspicios de los Departamentos de Dasonomía y Ciencias del Suelo. El estudio incorporó varios aspectos de investigaciones en análisis de suelos y plantas, utilizando uno de los ensayos internacionales de pino, (*Pinus caribaea*), localizado en el barrio Guzmán Abajo, dentro de la Reserva Biosférica del Bosque Experimental de Luquillo.

Un examen de la literatura sobre esterilización de los suelos demostró que existen pocos datos sobre los efectos del calor seco en las propiedades químicas de los suelos de zonas templadas o en las tropicales. Los otros tres procedimientos importantes de esterilización: al vapor, por fumigación y por irradiación han sido estudiados detenidamente. Cada tratamiento tendrá algún efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, pero pocas de las reacciones de los suelos o las plantas, después de la esterilización, son comunes a todos los cuatro procesos.

Los resultados experimentales usando 19 suelos de Puerto Rico demostraron que la esterilización con calor seco a 121°C durante 2 horas no alteraron significativamente el nitrógeno del suelo, el contenido de materia orgánica o las bases de los suelos, comparados con valores obtenidos con simplemente secarlos al aire. Los cambios en el fósforo fueron significativos. Los efectos sobre los micro-nutrientes fueron más variables y se relacionaron con las sustancias usadas en la extracción, después de la esterilización. Los niveles de manganeso y hierro (Fe) en los suelos esterilizados con calor seco fueron significativamente más altos que aquellos en los suelos secados al aire, usando los extractivos Mehlich-1 u Olsen indistintivamente.

La concentración de fósforo en follaje de pino calcinado seco tratado con nitrato de magnesio no varió significativamente con las muestras no tratadas. Temperaturas de calcinamiento mas bajas y períodos más cortos usados ahora rutinariamente en follaje de pino u otros materiales, bajos en bases, evidentemente evitan la pérdida del fósforo (P) por volatilización. El eliminar los tratamientos de pre-calcinación usando sales de magnesio promueve la eficiencia en el laboratorio porque Mg, Ca y Na también pueden determinarse en muestras sin tratar.

Análisis de varianza por años individuales, en los elementos del follaje, mostraron diferencias significativas entre procedencias (Alamicamba, Nicaragua; Brus, Honduras; Byfield, Queensland, Australia; El Buren, Cuba). Dichas diferencias fueron para Mn y Zn en el 1976 y para K y Mn en el 1977. Algunas concentraciones de nutrientes para tres niveles distintos de funcionamiento (ej. alturas totales para los individuos más lentos, intermedios y

RESEARCH IN PLANTATION CULTURE

LEON H. LIEGEL AND BARBARA B. CINTRON

RESEARCH SOIL SCIENTIST AND RESEARCH ECOLOGIST

Completed Research

Seasonal nutrition of 3- and 4-year-old *Pinus caribaea* foxtails and normal-branched trees in Puerto Rico. A doctoral dissertation with this title was completed by Liegel at North Carolina State University in Raleigh, N.C., under auspices of the Forestry and Soil Science Departments. The study incorporated several aspects of soil and plant analysis research using one of the *Pinus caribaea* international pine trials, located in Barrio Guzman Abajo, within the Luquillo Experimental Forest Biosphere Reserve.

A review of soil sterilization literature showed that few data exist on the effects of dry heating on chemical properties of soils from temperate or tropical areas. The other three major sterilization procedures: steaming, fumigating, and irradiation, have been studied more thoroughly. Every treatment will have some effect on soil's physical, chemical, and biological properties, but few soil or plant responses after sterilization are common to all four procedures.

Experimental results from 19 Puerto Rican soils showed that dry-heat sterilization at 121°C for 2 hours did not significantly alter soil N, organic matter content, or soil bases from values obtained after simple air drying. Changes in phosphorus were significant. Effects on micronutrients were more variable and related to the extractant used after sterilization. Manganese and Fe levels in dry-heat sterilized soils were significantly higher than those in air-dried soils, using either Mehlich-1 or Olsen extractants.

Phosphorus concentrations in dry-ashed Honduras pine foliage treated with magnesium nitrate did not differ significantly from nontreated samples. Lower ashing temperatures and shorter ashing times now routinely used on pine foliage or other materials low in bases evidently preclude loss of P through volatilization. Eliminating pre-ashing treatment with magnesium salts promotes laboratory efficiency since Mg, Ca, and Na can also be run on nontreated samples.

Individual year analysis of variance for foliage elements showed significant provenance (Alamicamba, Nicaragua; Brus, Honduras; Byfield, Queensland, Australia; El Buren, Cuba) differences for Mn and Zn in 1976 and K and Mn for 1977. Some nutrient concentrations for three performance levels (i.e., total heights for slowest-, intermediate-, and fastest-growing individuals within any provenance) were significantly different in both years. After combining data for both years, significant provenance differences existed for Na, Mn, Zn and B concentrations; only Na showed significant yearly differences as well. Nutrient concentrations of foxtail foliage were usually significantly greater than those for normal-branched trees (Table 1). Sodium and B foliage concentrations most frequently occurred as significant and positive variables in 1- or 5-variable regressions to predict heights and diameters for normal-branched and foxtail trees. Regressions could not usually be combined for most provenances. Inability to combine regressions and the observed significant

más rápidos de crecimiento dentro de cualquier procedencia) fueron significativamente distintos en ambos años. Al combinar los datos para ambos años, existieron diferencias significativas entre procedencias para las concentraciones de Na, Mn, Zn y B; solamente Na mostró diferencias anuales significativas también. Las concentraciones de nutrientes del follaje tipo rabo de zorra generalmente fueron significativamente mayores que aquellas de árboles con ramaje normal (Tabla 1). Concentraciones de sodio y B en el follaje ocurrieron más frecuentemente como variables significativas y positivas en regresiones de 1 ó 5 variables para predecir alturas y diámetros para árboles de ramaje normal y de ramas tipo cola de zorra. Las regresiones para la mayor parte de las procedencias generalmente no pudieron combinarse. La inhabilidad de combinar regresiones y las diferencias significativas observadas entre las procedencias y entre los años para ciertas concentraciones de nutrientes del follaje demostraron que las procedencias y el tipo de rabo de zorra tienen requisitos nutricionales individuales en vez de requisitos comunes, y que estos varían entre una estación y la otra.

Los análisis de varianza para años individuales demostraron diferencias significativas para Fe y para el contenido de materia orgánica de aquellos suelos asociados con procedencias en el 1976, pero no hubo diferencias significativas en el 1977. Na y B del suelo, asociados con los niveles de crecimiento fueron significativos en el 1977. Después de combinar datos para ambos años se encontraron diferencias anuales significativas para P, K, Ca y Mg. Las concentraciones de nutrientes del suelo alrededor de árboles tipo rabo de zorra, a menudo fueron más altos que aquellos asociados con árboles de ramaje normal en el 1976 o en el 1977 (Tabla 2). Diferencias observadas fueron significativas solamente para P, Mn y Zn en el 1976 y para concentraciones B y Fe en el 1977 extraídas por Bray-2. Ciertos parámetros de suelos como concentraciones de Al, B, Ca, Mn y P consistentemente entraron regresiones de 1 ó 5 variables para predecir alturas totales y diámetros de árboles tipo cola de zorra y de árboles de ramas normales. No fue posible combinar modelos de predicción para los datos de suelo, también demostraron que el crecimiento de las muestras de las cuatro procedencias y del tipo de rabo de zorra a menudo estaba asociado con regímenes distintos de nutrientes en vez de regímenes comunes al micrositio.

Investigaciones Cooperativas

El personal directivo del Bosque Nacional del Caribe recibió nuestra ayuda técnica en relación a prácticas de estabilización a utilizarse en un deslizamiento de tierras que abarcaba unas 10 hectáreas. Entre junio y septiembre de 1980 se plantaron varias mezclas de gramíneas en la cabecera y costados y dentro del área del deslizamiento. Más tarde se construyeron presas de retención en madera a través de los cursos de agua mayores y menores dentro del deslizamiento para reducir la fuerza de las corrientes de agua sobre la superficie y para atrapar los sedimentos suspendidos. Los resultados al cabo de 6 y de 12 meses fueron informados en dos presentaciones por E. Ford, L. Liegel, J. Bauer y P. Díaz en la reunión anual en octubre de 1981 de la Sociedad de Ciencias Agrícolas de Puerto Rico.

Todas las mezclas de gramíneas crecieron mejor en subsuelo abonado; en muchas áreas entre 3 y 15 m de suelo se habían deslizado. La siembra directa de semilla resultó ser más rápida y económica que el uso de esquejes de las yerbas. La mayoría de las presas de retención resultaron efectivas

Table 1. Comparison of mean foliage concentrations for normal-branched and foxtail *Pinus caribaea* trees in Puerto Rico.

| Foliage Element Concentrations | 1976 Data | | | 1977 Data | | | Combined 1976-77 Data | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------|-----------------|---------------------|---------|-----------------|-----------------------|-------|-----------------------------|
| | Normal- Branched | Foxtail | ANOVA F-test | Normal- Branched | Foxtail | ANOVA F-test | Bartlett's test | Years | Foxtail vs. Normal Trees |
| N, % | 0.98 | 1.25 | ** | 0.92 | 1.16 | ** | ns | n | ** |
| P, % | 0.08 | 0.12 | ** | 0.09 | 0.10 | ** | ns | ns | ** |
| K, % | 0.77 | 1.09 | ** | 0.90 | 1.09 | ** | ns | * | ** |
| Ca, % | 0.27 | 0.26 | ns | 0.25 | 0.34 | ** | ns | ns | ** |
| Mg, % | 0.08 | 0.10 | ** | 0.10 | 0.13 | ** | ** | † | † |
| Na, % | 0.14 | 0.17 | ** | 0.11 | 0.18 | ** | ns | * | ** |
| Mn, ppm | 491 | 572 | x | 479 | 724 | ** | ** | † | † |
| Cu, ppm | 5.1 | 5.9 | n | 4.8 | 4.7 | ns | ** | † | † |
| Zn, ppm | 30 | 37 | ** | 29 | 38 | ** | ns | ns | ** |
| Fe, ppm | 110 | 116 | ns | 50 | 59 | ns | ** | † | † |
| B, ppm | 12 | 15 | n | 12 | 12 | ns | ns | ns | x |
| Al, ppm | 497 | 469 | ns | 410 | 557 | ** | ** | † | † |

† Combined analysis not possible because of significant Bartlett's test for between-year variances.

ns = Not significant * = Significant at 0.05. ** = Significant at 0.01. x = Significant at 0.10.
at 0.10.

más rápidos de crecimiento dentro de cualquier procedencia) fueron significativamente distintos en ambos años. Al combinar los datos para ambos años, existieron diferencias significativas entre procedencias para las concentraciones de Na, Mn, Zn y B; solamente Na mostró diferencias anuales significativas también. Las concentraciones de nutrientes del follaje tipo rabo de zorra generalmente fueron significativamente mayores que aquellas de árboles con ramaje normal (Tabla 1). Concentraciones de sodio y B en el follaje ocurrieron más frecuentemente como variables significativas y positivas en regresiones de 1 ó 5 variables para predecir alturas y diámetros para árboles de ramaje normal y de ramas tipo cola de zorra. Las regresiones para la mayor parte de las procedencias generalmente no pudieron combinarse. La inhabilidad de combinar regresiones y las diferencias significativas observadas entre las procedencias y entre los años para ciertas concentraciones de nutrientes del follaje demostraron que las procedencias y el tipo de rabo de zorra tienen requisitos nutricionales individuales en vez de requisitos comunes, y que estos varían entre una estación y la otra.

Los análisis de varianza para años individuales demostraron diferencias significativas para Fe y para el contenido de materia orgánica de aquellos suelos asociados con procedencias en el 1976, pero no hubo diferencias significativas en el 1977. Na y B del suelo, asociados con los niveles de crecimiento fueron significativos en el 1977. Después de combinar datos para ambos años se encontraron diferencias anuales significativas para P, K, Ca y Mg. Las concentraciones de nutrientes del suelo alrededor de árboles tipo rabo de zorra, a menudo fueron más altos que aquellos asociados con árboles de ramaje normal en el 1976 o en el 1977 (Tabla 2). Diferencias observadas fueron significativas solamente para P, Mn y Zn en el 1976 y para concentraciones B y Fe en el 1977 extraídas por Bray-2. Ciertos parámetros de suelos como concentraciones de Al, B, Ca, Mn y P consistentemente entraron regresiones de 1 ó 5 variables para predecir alturas totales y diámetros de árboles tipo cola de zorra y de árboles de ramas normales. No fue posible combinar modelos de predicción para los datos de suelo, también demostraron que el crecimiento de las muestras de las cuatro procedencias y del tipo de rabo de zorra a menudo estaba asociado con regímenes distintos de nutrientes en vez de regímenes comunes al micrositio.

Investigaciones Cooperativas

El personal directivo del Bosque Nacional del Caribe recibió nuestra ayuda técnica en relación a prácticas de estabilización a utilizarse en un deslizamiento de tierras que abarcaba unas 10 hectáreas. Entre junio y septiembre de 1980 se plantaron varias mezclas de gramíneas en la cabecera y costados y dentro del área del deslizamiento. Más tarde se construyeron presas de retención en madera a través de los cursos de agua mayores y menores dentro del deslizamiento para reducir la fuerza de las corrientes de agua sobre la superficie y para atrapar los sedimentos suspendidos. Los resultados al cabo de 6 y de 12 meses fueron informados en dos presentaciones por E. Ford, L. Liegel, J. Bauer y P. Díaz en la reunión anual en octubre de 1981 de la Sociedad de Ciencias Agrícolas de Puerto Rico.

Todas las mezclas de gramíneas crecieron mejor en subsuelo abonado; en muchas áreas entre 3 y 15 m de suelo se habían deslizado. La siembra directa de semilla resultó ser más rápida y económica que el uso de esquejes de las yerbas. La mayoría de las presas de retención resultaron efectivas

Table 1. Comparison of mean foliage concentrations for normal-branched and foxtail *Pinus caribaea* trees in Puerto Rico.

| Foliage Element Concentrations | 1976 Data | | | 1977 Data | | | Combined 1976-77 Data | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------|-----------------|---------------------|---------|-----------------|-----------------------|-------|-----------------------------|
| | Normal- Branched | Foxtail | ANOVA F-test | Normal- Branched | Foxtail | ANOVA F-test | Bartlett's test | Years | Foxtail vs. Normal Trees |
| N, % | 0.98 | 1.25 | ** | 0.92 | 1.16 | ** | ns | † | ** |
| P, % | 0.08 | 0.12 | ** | 0.09 | 0.10 | ** | ns | ns | ** |
| K, % | 0.77 | 1.09 | ** | 0.90 | 1.09 | ** | ns | † | ** |
| Ca, % | 0.27 | 0.26 | ns | 0.25 | 0.34 | ** | ns | ns | ** |
| Mg, % | 0.08 | 0.10 | ** | 0.10 | 0.13 | ** | ** | † | † |
| Na, % | 0.14 | 0.17 | ** | 0.11 | 0.18 | ** | ns | † | ** |
| Mn, ppm | 491 | 572 | π | 479 | 724 | ** | ** | † | † |
| Cu, ppm | 5.1 | 5.9 | † | 4.8 | 4.7 | ns | ** | † | † |
| Zn, ppm | 30 | 37 | ** | 29 | 38 | ** | ns | ns | ** |
| Fe, ppm | 110 | 116 | ns | 50 | 59 | ns | ** | † | † |
| B, ppm | 12 | 15 | † | 12 | 12 | ns | ns | ns | π |
| Al, ppm | 491 | 469 | ns | 410 | 557 | ** | ** | † | † |

† Combined analysis not possible because of significant Bartlett's test for between-year variances.

ns = Not significant † = Significant at 0.05. ** = Significant at 0.01. π = Significant at 0.10.
at 0.10.

Table 2. Comparison of mean soils data associated with normal-branched and foxtail *Pinus caribaea* trees in Puerto Rico.

| Soil Parameters | 1976 Branch Habit | | ANOVA F-test | 1977 Branch Habit | | ANOVA F-test (1976 vs. 1977) | Bartlett's test | Combined 1976-77 Data | |
|-----------------------------------|-------------------|---------|--------------|-------------------|---------|------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| | Normal | Foxtail | | Normal | Foxtail | | | Years | Foxtail vs. Normal |
| N, % | 0.19 | 0.20 | ns | 0.19 | 0.19 | ns | ns | ns | ns |
| P ₁ , ppm [†] | 1.7 | 1.9 | ns | 2.2 | 2.4 | ns | ns | ** | ns |
| P ₂ , ppm [‡] | 9.7 | 10.6 | ** | 11.0 | 11.0 | ns | x | -§ | -§ |
| K, ppm | 76 | 85 | ns | 93 | 106 | ns | * | -§ | -§ |
| Ca, ppm | 508 | 540 | ns | 560 | 577 | ns | ns | ns | ns |
| Mg, ppm | 214 | 229 | ns | 253 | 254 | ns | ns | ** | ns |
| Na, ppm | 42 | 42 | ns | 45 | 43 | ns | ns | ns | ns |
| Mn, ppm | 306 | 449 | ** | 106 | 112 | ns | ** | -§ | -§ |
| Cu, ppm | 2.7 | 2.8 | ns | 2.6 | 2.8 | ns | ns | ns | ns |
| Zn, ppm | 2.5 | 5.3 | ** | 7.6 | 11.9 | ns | ** | -§ | -§ |
| Fe, ppm | 30 | 29 | ns | 20 | 18 | x | ** | -§ | -§ |
| B, ppm | 0.9 | 0.8 | ns | 0.9 | 0.4 | ** | ns | * | ** |
| Al, ppm | 62 | 29 | ns | 67 | 46 | ns | ns | ns | ns |
| Acidity, pH | 4.9 | 5.0 | ns | 4.8 | 4.9 | ns | ** | -§ | -§ |
| Organic matter content, % | 3.56 | 3.55 | ns | 3.54 | 3.58 | ns | ns | ns | ns |

†P₁ = Phosphorus extracted with Mehlich-1.

‡P₂ = Phosphorus extracted with Bray-2.

§ - Combined analysis not possible because of significant Bartlett's test for between-year variances.

ns = Not significant at 0.10. * = Significant at 0.05. ** = Significant at 0.01. x = Significant at 0.10.

provenance and yearly differences for certain foliage nutrient concentrations showed that provenances and foxtails have individual rather than common nutritional requirements and that these evidently vary from season to season.

Individual year analysis of variance showed significant differences for Fe and organic matter content for soils associated with provenances in 1976 and no significant differences in 1977. Soil Na and B associated with performance levels were significant in 1977. After combining data for both years, significant yearly differences were found for P, K, Ca, and Mg. Soil nutrient concentrations around foxtails were often higher than those associated with normal-branched trees in 1976 or 1977 (Table 2). But observed differences were significant only for Bray-2 extracted P, Mn, and Zn in 1976 and for B and Fe concentrations in 1977. Certain soil parameters like Al, B, Ca, Mn, and P concentrations consistently entered 1- or 5-variable regressions to predict total heights and diameters of foxtails and normal-branched trees. Combined prediction models for the 1976 and 1977 data were not possible. Thus, soil data also showed that growth of the four provenances and foxtails sampled was often associated with distinct rather than common microsite nutrient regimes.

Cooperative Research

Technical assistance was given to staff from the Caribbean National Forest concerning stabilization practices to be used on a 10 ha landslide. Several grass mixtures were planted on headwalls and sidewalls and within the slide area, between June and September 1980. Wooden check dams were later constructed across major and minor drainages within the slide to reduce overland water flow and to trap suspended sediments. Results after 6- and 12-months were reported in two presentations, by E. Ford, L. Liegel, J. Bauer and P. Díaz, at the annual 1981 October meeting of the Puerto Rico Society of Agricultural Sciences.

All grass mixtures performed best on fertilized subsoil material; between 3 and 15 m of topsoil had been washed away in many areas. Direct seeding of grasses was quicker and less costly than using grass cuttings. Most check dams were effective in trapping and stopping sediments. After six months, some corner and cross posts in several dams had put out sprouts and roots which served as anchors to keep trapped sediment in place.

A 2-week survey of insect and disease problems in pine provenance trials was made in April. This work was done in cooperation with technical staff from the Southeastern Area, State and Private Forestry, at Asheville, North Carolina. Preliminary results were presented in an internal Forest Pest Management Report, 81-1-29, in May 1981.

Spider mites (sp. still unknown) were found for the first time on both *P. caribaea* and *P. oocarpa* provenances in Puerto Rico. Symptoms were most severe in the dry period, from October 1980 through March 1981. *P. oocarpa* provenances usually had 75 to 95 percent of their lower crown showing mite feeding symptoms. *P. caribaea* provenances showed less overall mite attack and symptoms were generally limited to only the lower quarter of the crown. *P. caribaea* foxtails seemed to be somewhat resistant to mite attack. For either pine species, mite attack was always greatest at the outer edges of a plantation and least severe in the plantation interior. Overall, mite attack was limited

en atrapar y mantener el sedimento en sitio. Al cabo de seis meses algunos postes esquineros y travesaños en varias de las presas habían producido retoños y raíces que ayudaban a anclar y a mantener en sitio el sedimento atrapado.

En el mes de abril se realizó durante 2 semanas un estudio de los problemas de insectos y enfermedades en las pruebas de procedencia de pinos. El trabajo se llevó a cabo con la cooperación del personal técnico de Dasonomía Cooperativa en el Area del Sureste localizados en Asheville, Carolina del Norte. Los resultados preliminares se dieron a conocer internamente en un Informe del Manejo de Plagas Forestales, 81-1-29 de mayo de 1981.

Por primera vez se encontraron ácaros o piojillos de especies aún desconocidas en procedencias de *P. caribaea* y *P. oocarpa* en Puerto Rico. Los síntomas eran más severos en la época de sequía desde octubre de 1980 a marzo de 1981 inclusive. Las procedencias de *P. oocarpa* mostraban señales del ataque de ácaros, generalmente entre el 75 y 95% de la parte baja de las copas de los árboles. Las procedencias del *P. caribaea* mostraban una intensidad menor de ataque con síntomas limitados generalmente al cuarto inferior de la copa. El tipo de rabo de zorra en *P. caribaea* demostró ser algo más resistente al ataque de los ácaros. Para cualquiera de las especies, el ataque de los ácaros fue siempre más severo en las orillas exteriores de las plantaciones reduciéndose en intensidad hacia el centro de la plantación. En general, el ataque de los ácaros se limitó a las zonas al centro y oeste de la isla donde el total de lluvia es menor y donde su distribución es menos uniforme que en la zona este donde no se observaron ataques de los ácaros.

Investigaciones en Progreso

Se volvieron a medir los árboles en el interior y alrededor de las parcelas experimentales en todas las cuatro localidades donde se localizaron las pruebas de espaciamiento de plantación de *P. caribaea* var. *hondurensis* (Whitmore y Liegel, 1980^{1/}). Todos los árboles ahora fluctúan entre 18 y 20 años de edad y han sido medidos por lo menos una docena de veces. Se realizan análisis para determinar los efectos de la densidad y de los factores del sitio sobre el crecimiento, especialmente cuando el incremento anual promedio y el incremento anual periódico empiezan a declinar en los cuatro distintos tratamientos de distancia entre plantas. Una vez analizados estos datos serán de utilidad para decidir que distancia entre plantas y que edades de rotación usar para producir tales productos como postes de cerca, postes o madera aserrada en varios tipos de suelos aptos para la producción comercial de madera.

Todas las Pruebas Internacionales Oxford de pino, incluyendo *P. caribaea* y *P. oocarpa*, también están siendo remedidas. Las pruebas locales tienen ahora de 7 a 8 años de edad e incluyen 16 procedencias en cada sitio (se hicieron referencias en la Carta Anual de 1980). Datos corrientes y anteriores están

^{1/} Whitmore, J.L. y L.H. Liegel. 1980. Spacing trial of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Documento de Investigación SO-162, Servicio Forestal USDA. Estación Experimental Forestal del Sur, Instituto de Dasonomía Tropical, Río Piedras, P.R. 9 págs.

to the western and central portions of the island where total rainfall is less and distribution is less uniform than in the eastern portions where no mite symptoms were seen.

Research in Progress

Trees were remeasured at all four sites where pine spacing trials of *P. caribaea* var. *hondurensis* are located (Whitmore and Liegel, 1980^{1/}). All trees are now between 18 and 20 years old and have been remeasured a dozen times. Detailed analyses are now underway to determine yearly effects of density and site factors on plantation growth, particularly when mean annual and periodic annual increments start to decline for the four spacing treatments. Results will be useful in deciding what spacings and rotation ages produce given products like posts, poles, or sawtimber, on several soil types that have commercial timber value.

All Oxford International Pine Trials of *P. caribaea* and *P. oocarpa* are also being remeasured. Local trials are now 7- to 8-years old and test 16 provenances at each site (referred to in 1980 Annual Letter). Current and older data are being stored on computer tape. Analyses will then be made to determine individual tree, provenance, and provenance x site interaction growth effects on the diverse soils found in Puerto Rico.

Evaluation of Woody Biomass Species as a Renewable Energy Source

Barbara Cintrón and Alex G. Alexander, University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station, have completed the first part of a study of the potential of several locally available fast-growing trees as an energy resource for Puerto Rico and other tropical American countries. Lack of fuel is a serious social and economic problem in many tropical countries. Woody biomass, produced on land not suitable for other crops, may serve some of these countries as an industrial fuel substitute, and help to supply domestic needs for heating and cooking. This will reduce demand on mature native forests. Species grown for fuelwood do not necessarily have to be desirable timber trees, because form and wood quality are of secondary importance. Fuelwood trees do need to be able to grow rapidly on marginal soils. Branchiness is not considered a defect, and the ability to coppice readily and profusely after repeated cutting is highly desirable, as is a high proportion of wood production to total biomass production.

Six varieties of fast-growing and widely distributed tropical trees were tested: *Eucalyptus robusta*, *Casuarina equisetifolia*, *Albizia procera*, *Cassia siamea*, *Leucaena leucocephala* ("Puerto Rican" strain) and the "giant" *Leucaena*, variety K8. Experimental plots were set up at experimental substations at Corozal (rainfall 2000 mm, on acid clay soils) and at Lajas (rainfall 1000 mm, heavy clay soils, with supplemental irrigation). The "biomass farms" were managed for maximum yield, with regular fertilization and weeding applied.

^{1/} Whitmore J.L. and L.H. Liegel. 1980. Spacing trial of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. USDA For. Ser. Res. Pap. SO-162. South For. Exp. Stn., Inst. Trop. For., Río Piedras, P.R. 9 p.

siendo procesados para almacenarse en cinta para computadoras. Entonces se efectuarán análisis para determinar los efectos de los árboles individuales, de la procedencia, y de la interacción de la procedencia y el sitio sobre el crecimiento de los árboles en los diversos suelos de Puerto Rico.

Evaluación de la Biomasa Leñosa Como Fuente Renovable de Energía

Barbara Cintrón, de nuestro Instituto y Alex G. Alexander, de la Estación Experimental de la Universidad de Puerto Rico han terminado la primera parte de un estudio sobre el potencial de varias especies de árboles de crecimiento rápido y distribución local como una fuente de energía para Puerto Rico y otros países de los trópicos americanos. La falta de combustible es un serio problema social y económico en muchos países tropicales. La biomasa leñosa, producida en terrenos que no se prestan para otros cultivos, puede utilizarse en algunos de estos países para substituir los combustibles industriales, como también para ayudar a satisfacer las necesidades de combustible doméstico para cocina y calefacción. Esto resultará en reducir la demanda sobre los bosques naturales maduros. Como en este caso la forma y la calidad de la madera son de importancia secundaria, las especies sembradas para combustible no necesitan producir madera de buena calidad. Los árboles para combustible deben crecer con rapidez en suelos marginales. La ramificación profusa no se considera un defecto y la habilidad de retoñar profusamente después de repetidos cortes es altamente deseable, lo mismo que una alta proporción de la producción de madera a la producción total de biomasa.

Se probaron seis variedades de árboles tropicales de rápido crecimiento y amplia distribución: *Eucalyptus robusta*, *Casuarina equisetifolia*, *Albizia procera*, *Cassia siamea*, *Leucaena leucocephala* (variedad de Puerto Rico) y la variedad "gigante" de *Leucaena*, K8. Se establecieron parcelas experimentales en las subestaciones experimentales de Corozal (precipitación de 2000 mm en suelo ácido arcilloso) y Lajas (precipitación de 1000 mm en suelo arcilloso pesado con riego suplementario). Las "fincas de biomasa" se manejaron para máxima producción incluyendo fertilización y desyerbos.

Las parcelas en Corozal han estado establecidas por espacio de 24 meses (Tabla 3). Las parcelas de *Cassia* fueron abandonadas después del primer año después de mostrar proporciones bajas de germinación y supervivencia. La mejor producción fue la de *Eucalyptus robusta*, (185 t/ha.peso verde a los 2 años). La *Casuarina* y la *Albizia* también produjeron sobre las 100 t*/ha. La *Albizia* produjo más renuevos que ninguna otra especie; de hecho, en el segundo año el renuevo fue casi igual a la producción de los tallos originales. La *Casuarina*, por el contrario, demostró una capacidad muy pobre para retoñar o renovarse de pie. Ninguna de las dos variedades de *Leucaena* probadas fueron satisfactorias, pero la variedad K8 produjo en promedio 20 t/ha al cabo de dos años, comparada con sólo 3 t/ha para la variedad "nativa".

La producción de las parcelas bajo riego en la subestación de Lajas se estimará en el próximo año. Estas parcelas se establecieron posteriormente a las de Corozal y aún no han completado el período de dos años. Al

* todas son en peso verde

The plots at Corozal have been established for 24 months (Table 3). *Cassia* plots were abandoned after the first year because of poor germination and seedling survival. Best performance was shown by *Eucalyptus robusta*, (185 green t/ha.2yr). *Casuarina* and *Albizia* also produced over 100 t*/ha. *Albizia* produced more coppice growth than any other species; in fact, at year 2, coppice regrowth was almost equal to the production of original stems. *Casuarina*, in contrast, showed very poor coppicing ability. Of the two varieties of *Leucaena* tested, neither performed satisfactorily, but the K8 variety yielded a mean 20 t/ha after 2 years, compared to only 3 t/ha for the "native" variety.

Yields of the irrigated plots at the Lajas substation will be estimated in the coming year. These plots were established later than the Corozal plots and have not completed the 2-year growth period. At year 1, mean biomass production of *Eucalyptus* at Lajas was only 19.5 t/ha (compared to 32 t at Corozal); *Casuarina* and *Albizia* yields were comparable to those at Corozal, and both varieties of *L. leucocephala* showed better yields at Lajas with 8.2 t/ha for variety K8 and 3.8 t/ha for the "native" variety. During the second year of the experiment at Lajas some of the *Eucalyptus* roots appear to have penetrated a salty subsoil layer, and growth has essentially stagnated.

Based on results from the first two years of this experiment, we think that of the species tested, *E. robusta* is the species of choice for biomass farming under intensive cultivation practices in well-drained and salt-free soils in our moist climatic regions. However, under less intensively managed systems, where manpower or fertilizer inputs might be limited, it is likely that either *Casuarina* or *Albizia*, with their nitrogen fixing symbionts, would be better choices. *Albizia*, in particular, has shown impressive regrowth after cutting, suggesting that it may be almost ideally suited to short rotation cropping for fuelwood.

During the upcoming year analysis will concentrate on total energy costs and cost/yield ratios for each variety and experimental site. Dry matter yield of leaves, twigs and woody branches will also be evaluated.

Litter dynamics in a MAB Biosphere Reserve

Do tree plantations rebuild degraded soils in the same way and at the same rate as natural forests? Can tropical foresters expect continued high yields of timber and other forest products during the second and third rotations? Do plantations offer adequate habitat for native wildlife? Cintrón, Lugo, and Liegel are looking for answers to these questions in a long-term study comparing plantations of introduced timber trees with native secondary forest of the same age.

As part of this study, Cintrón has completed one year of litterfall and loose litter collections in four plantations: 50-year-old mahogany, 18-year-old mahogany, 18-year-old Caribbean pine, and 6-year-old Caribbean pine.

* All weights are green weights.

cabo de 1 año la producción promedio de biomasa de *Eucalyptus* en Lajas fue solamente 19.5 t/ha (comparado con 32 t en Corozal). La producción de *Casuarina* y *Albizia* fue comparable con la de Corozal y ambas variedades de *L. leucocephala* tuvieron mejor producción en Lajas, con 8.2 t/ha para la variedad K8 y 3.8 t/ha para la variedad "nativa". Durante el segundo año del experimento en Lajas, las raíces del *Eucalyptus* parecen haber penetrado la capa salobre del subsuelo y el crecimiento prácticamente se ha detenido.

Basándonos en los resultados obtenidos en los primeros dos años de este experimento creemos que, de las especies probadas, *E. robusta* es la especie preferible para la producción de biomasa bajo prácticas intensivas de cultivo en suelos de buen drenaje y libre de sales en nuestras zonas de clima húmedo. Sin embargo, bajo sistemas menos intensivos donde existan limitaciones al uso de mano de obra o de fertilizantes, es posible que *Casuarina* o *Albizia* serían preferibles debido a su habilidad de fijar nitrógeno. La *Albizia*, en especial, ha demostrado una capacidad impresionante de retoñar, sugiriendo que podría ser casi idealmente adaptada al uso de rotaciones cortas para combustible.

Durante el próximo año un análisis cuidadoso de los resultados se concentrará en la evaluación de los costos totales de la energía y la proporción entre costo y producción (costo/producción) para cada variedad y sitio experimental, también como evaluar la producción de materia seca de las hojas, ramitas y ramas leñosas.

Dinámica de Hojarasca en una Reserva Biosférica MAB

¿Podrán las plantaciones forestales reconstruir suelos degradados del mismo modo y con la misma rapidez que los bosques naturales? ¿Podrán los dasónomos del trópico esperar producciones altas y sostenidas de madera y de otros productos forestales durante la segunda y la tercera rotación? ¿Ofrecerán las plantaciones un hábitat adecuado para la vida silvestre nativa? Nosotros (Cintrón, Lugo y Liegel) estamos investigando estos problemas por medio de un estudio de largo alcance, comparando plantaciones de árboles madereros con bosques secundarios nativos de la misma edad.

Como parte del estudio, Barbara Cintrón ha completado un año de colección de caída de hojarasca y de hojarasca suelta. La investigación se está haciendo en parcelas en cuatro plantaciones (caoba de 50 años, caoba de 18 años, pino caribe de 18 años y pino caribe de 6 años).

Cada parcela de plantación se pareo con una parcela próxima de bosque secundario de edad y tipo de suelo comparable para un total de 8 parcelas. Los resultados aparecen en la tabla 6 y pueden resumirse como sigue: la razón anual de caída de hojarasca es más o menos comparable en todas las parcelas de mayor edad y de edad intermedia, variando el promedio anual de 1.7 a 2.5 g/m².día en el bosque natural a un promedio anual de 2.6 a 3 g/m².día en las plantaciones. Sin embargo, las tendencias semanales de caída de la hojarasca en las plantaciones de pino y caoba son diferentes a las del bosque natural. La caoba, siendo una especie caducifolia, produce la mayor parte de la caída anual de hojas en espacio de cuatro semanas. Los pinos más viejos

Each plantation plot is paired with a nearby secondary forest plot of comparable age and soil type, for a total of eight plots. Results are shown in Table 4 and can be summarized as follows: litterfall rates are roughly comparable in all of the old and intermediate plots, ranging from an annual mean of about 1.7 to 2.5 g/m².day in natural forest to annual means of 2.6-3 g/m².day in the plantations. However, the weekly pattern of litterfall in the planted mahoganies and pines differed from the natural forest. Mahogany, a deciduous species, produced most of a year's leaf litter in the space of 4 weeks. The older pines showed sporadic sharp peaks of litterfall correlated with windstorms that may have shaken already fallen needles loose from understory plants and into collection baskets.

Mean leaf litter storage was about 870 g/m² in the three oldest plantations, compared to about 410 g/m² in the secondary forests. If it is assumed that these older plantations are at or approaching a steady state in leaf litter dynamics, this implies that leaf decay must be slower in the plantations (mean turnover time of 301 days) than in the native forest (mean turnover time of 190 days).

Wood fall rates in the plantations ranged from 0.45 g/m².day in the 18-year-old pines to only 0.003 g/m².day in the young pines. The overall mean for the three oldest plantations was 0.37 g/m².day. In the natural forest plots, the old secondary forest plot produced an average of 0.61 g/m².day, the highest value recorded in the study. Mean wood fall rate for the 3 oldest natural forest plots was 0.4 g/m².day, almost the same as the mean for the plantations.

Woody litter storage was only slightly higher in the plantations than in the natural forest, and the difference (239 g/m² compared to 181 g/m²) may not be significant. Wood litter turnover time appeared to be longer in the plantations (658 days compared to 453 days in the natural forest).

Results to date can be summarized as follows: leaf litterfall seems to be slightly higher than that reported for other natural forest plots at higher elevations in the Luquillo Mountains. After the first 6 years, the young pine plantation has not "caught up" to natural secondary succession in leaf or wood litter production. At the same age, the secondary forest has reached about 75% of the leaf production rate of intermediate age forest. Young pines, though still producing less than 20% of the leaf litter they may eventually drop, are increasing litter production steadily. It also appears that the leafy and woody litter produced by both pines and mahoganies may decompose more slowly than that of native species. This is indicated by the larger leaf and woody litter storages measured in the plantations; while this result is not surprising, it may imply slower nutrient turnover in these forests.

mostraron cambios bruscos en la caída de la hojarasca correlacionados con ventarrones que pudieron haber sacudido a las hojas caídas sobre las plantas del piso dominado y tirarlas dentro de los canastos receptores.

En las tres plantaciones de mayor edad la acumulación promedio de hojarasca fue como de 870 g/m^2 comparando con aproximadamente 410 g/m^2 en los bosques secundarios. Si asumimos que las plantaciones mas viejas están en o llegando a un estado estable en la dinámica de hojarasca significa esto que la descomposición de las hojas debe ser más lenta en las plantaciones (período promedio de conversión de 301 días) que en el bosque nativo (período promedio de conversión de 190 días).

La rapidez en la caída de tejido leñoso varía desde $0.45 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ en el pino de 18 años a solamente $0.003 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ en los pinos jóvenes. El promedio para las tres plantaciones más viejas fue de $0.37 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$. En el bosque natural la parcela del bosque secundario viejo produjo un promedio de 0.61 g/m^2 , el valor más alto obtenido en el estudio. La rapidez promedio para la caída del tejido leñoso, en las parcelas de los tres bosques naturales más viejos, fue de $0.4 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$, casi lo mismo que el promedio para las plantaciones.

La acumulación de la hojarasca leñosa fue sólo ligeramente más alta en las plantaciones que en el bosque natural y la diferencia (239 g/m^2 comparado a 181 g/m^2) puede no ser significativa. La descomposición de la hojarasca leñosa parecía tomar más tiempo en las plantaciones (658 días comparado con 453 días) que en el bosque natural.

Los resultados hasta la fecha pueden resumirse como sigue: la caída de hojarasca parece ser ligeramente mayor que lo informado para otras parcelas en el bosque natural a elevaciones más altas en las montañas de Luquillo. Después de los primeros 6 años las plantaciones jóvenes de pino no "han alcanzado" a la sucesión secundaria natural en la producción de hojas o de hojarasca leñosa.

El bosque secundario de la misma edad (6 años) tiene una tasa de caída de hojarasca aproximadamente 75% tan alto como un bosque secundario de edad intermedia. Los pinos jóvenes, en cambio, todavía producen tan solo el 20% de la hojarasca que eventualmente pudieran rendir, aunque esta producción se está acelerando rápidamente. Al mismo tiempo, parece que el material leñoso producido por los exóticos pino y caoba se descompone más lentamente que lo producido por especies nativas. Indicio de esto es la mayor acumulación, en las plantaciones, de hojarasca y detrito leñoso acumulados sobre el suelo. Aunque este resultado parece poco sorprendente, pudiera implicar un flujo de nutrientes más lento en las plantaciones que en el bosque natural.

Table 3. Biomass accumulation of five varieties of fast-growing trees at Corozal Agricultural Substation. Values are in tons green weight/ha. Standard error is given in parenthesis.

| Variety | Thinnings | | 2 years | 2 yr coppice | Total biomass yield, 24 months |
|---|----------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------------------|
| | 6 months | 1 year | | | |
| <i>Eucalyptus robusta</i> | 6.1 (0.4) | 32.3 (2.5) | 112.4 (17.6) | 34.23 (5.1) | 185.0 |
| <i>Casuarina equisetifolia</i> | 2.9 (0.2) | 14.5 (0.6) | 67.7 (2.4) | 17.0 (2.1) | 102.1 |
| <i>Albizia procera</i> | 3.7 (0.8) | 19.0 (3.7) | 65.1 (23.0) | 54.1 (15.1) | 141.9 |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (var. K8) | 1.8 (0.4) | 3.8 (0.5) | 6.0 (0.9) | 8.3 (1.3) | 19.9 |
| <i>L. leucocephala</i> ("native") | 0.23 (0.08) | 0.63 (0.15) | <u>1/</u> **** | 2.27 (0.93) | 3.13 |

1/ By 24 months it had become impossible to distinguish between original stems and coppice in these plots. The number in the "2 year coppice" column is the plot total at 24 months.

Table 4. Mean litterfall and storage in study 2501 plots during year 1.

| PLANTATIONS | 1 Harvey 50 years Mahogany | 2 Río Chiquito 18 years Mahogany | 3 Cubuy 18 years Pines | 4 Guzman 6 years Pines | Mean of 3 oldest plots |
|---------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Leaves and miscellaneous | | | | | |
| Input g/m ² ·day | 2.97 | 2.55 | 3.10 | .54 | 2.87 |
| Litter storage g/m ² | 544.26 | 922.50 | 1132.28 | 486.16 | 866.35 |
| Turnover time, days | 183 | 361 | 365 | <u>1/</u> | 301 |
| Wood | | | | | |
| Input g/m ² ·day | 0.28 | 0.38 | 0.45 | .003 | 0.37 |
| Storage g/m ² | 220.28 | 210.06 | 285.67 | 36.8 | 238.67 |
| Turnover time, days | 787 | 553 | 635 | <u>1/</u> | 658 |
| NATURAL SECONDARY FOREST | 1 El Verde (old) | 2 Sabana Intermediate | 3 Cubuy Intermediate | 4 Guzman Young | Means of 3 oldest plots |
| Leaves and miscellaneous | | | | | |
| Input g/m ² ·day | 2.45 | 2.28 | 1.71 | 1.66 | 2.14 |
| Storage g/m ² | 502.28 | 365.78 | 353.81 | 329.27 | 407.29 |
| Turnover time, days | 205 | 160 | 207 | 198 | 190 |
| Wood | | | | | |
| Input g/m ² ·day | .61 | .33 | 0.26 | 0.06 | 0.40 |
| Storage g/m ² | 235.89 | 164.17 | 143.47 | 51.57 | 181.18 |
| Turnover time, days | 387 | 497 | 552 | <u>1/</u> | 453 |

1/ Turnover time calculations are not appropriate because leaf and wood production rates increased during the study. Leaf litter storage was high in the Guzmán pines because of cleaning activities prior to the study.

INVESTIGACION EN LOS BOSQUES NATURALES

PETER L. WEAVER DASQNOMO DE INVESTIGACIONES

Se continuaron las investigaciones con árboles y rodales de bosques secundarios y primarios dentro de Puerto Rico. Se publicaron los siguientes trabajos:

Composición Foliar y Transpiración en Tallos Leñosos en el Pico del Este

Una discusión preliminar de este trabajo se publicó en la Carta Anual del pasado año. El Pico del Este es el pico más hacia el este y el más húmedo de la isla. Alcanza 1050 m de altura y está cubierto de bosque enano.

Se compararon el área foliar específica en cm^2/g de peso seco y la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Al y Mn entre las especies dominantes del bosque enano (Bosque Pluvial Montano Alto *sensu* Beard; Bosque Pluvial Montano Bajo *sensu* Holdridge) y el Bosque Tabonuco (Bosque Pluvial Montano bajo *sensu* Beard; Bosque Muy Húmedo Subtropical *sensu* Holdridge) en las Montañas de Luquillo (Medina, Cuevas y Weaver, 1981). En el bosque enano existe la tendencia hacia un aumento en el grueso de la hoja y una reducción en la superficie. Reflejando dichas diferencias, P, N, K y Ca son significativamente más altas por unidad de área foliar en el bosque enano. El valor del Ca es particularmente significativo porque este elemento es transportado exclusivamente vía el xilema y depende de la transpiración.

Se sugiere que la corta estatura del bosque enano podría deberse al espacio limitado para el desarrollo de las raíces, en vez que al movimiento de nutrientes en las plantas.

Aspectos Ecológicos y Valor del Bosque Enano en el Caribe

El bosque enano ocurre en cerros y cumbres de muchas islas de las Indias Occidentales incluyendo el Pico del Este en Puerto Rico.

Una breve revisión de la literatura provee un resumen de interceptación de la niebla en bosques montanos expuestos y se refiere a varias hipótesis para explicar el achaparramiento de la vegetación en las cumbres. Se discute brevemente el clima y vegetación del Pico del Este y la importancia del bosque enano en la provisión de agua, estabilización de los suelos, protección de la vida silvestre y del turismo. El bosque enano juega un papel semejante en otros lugares del Caribe, especialmente en pequeñas islas caribeñas donde el aprovisionamiento de agua es escaso (Weaver, 1981a).

La Erosión y Sedimentación en Puerto Rico

El clima y la topografía de Puerto Rico conducen a altas tasas de erosión y sedimentación. Bajo condiciones normales estos procesos son beneficiosos a los ecosistemas costaneros. Sin embargo, los datos disponibles indican que el desarrollo y el uso intensivo del terreno aceleran dichos procesos y tienen resultados dañinos (Lugo, Quiñones-Marquez y Weaver, 1980).

RESEARCH IN NATURAL FORESTS

PETER L. WEAVER
RESEARCH FORESTER

Research with trees and stands of both secondary and primary forests within Puerto Rico was continued. The following works were published:

Foliar Composition and Transpiration of Woody Stems on Pico del Este

Pico del Este, where this work takes place, is the easternmost and wettest peak on the island. It is 1050 m high and is covered by dwarf forest.

Specific leaf area in cm^2/g of dry weight and the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Al and Mn were compared among the dominant species from the dwarf forest (Upper Montane Rain Forest *sensu* Beard; Lower Montane Rain Forest *sensu* Holdridge) and from the Tabonuco Forest (Lower Montane Rain Forest *sensu* Beard; Subtropical Wet Forest *sensu* Holdridge) in the Luquillo Mountains (Medina, Cuevas and Weaver, 1981). In the dwarf forest, leaves tend to be thicker and smaller. Reflecting these differences, P, N, K and Ca per unit leaf area are significantly higher in the dwarf forest. The value for Ca is particularly significant because this element is transported exclusively via the xylem and is dependent upon transpiration.

It is suggested that the short stature of the dwarf forest may be related to limited space for root development rather than to nutrient movement in the plants.

Ecological Aspects and Value of Dwarf Forest in the Caribbean

Dwarf forest is found on exposed ridges and summits of many West Indian Islands including Pico del Este in Puerto Rico.

A brief review of the literature provides a summary of fog interception in exposed montane forests, and mentions several hypotheses to account for stunting of summit vegetation. The climate and vegetation of Pico del Este are briefly discussed, and the significance of the dwarf forest in the provision of water, stabilization of soils, protection of wildlife, and tourism is indicated. Dwarf forest elsewhere in the Caribbean is seen to play a similar role, especially on small Caribbean islands where water supply is limited (Weaver, 1981a).

Erosion and Sedimentation in Puerto Rico

The climate and topography of Puerto Rico are conducive to high rates of erosion and sedimentation. Under natural conditions, these processes are beneficial to coastal ecosystems. However, available data suggest that development and intensive use of the land accelerates these processes and results in detrimental effects (Lugo, Quinones-Marquez and Weaver, 1980).

Rivers in Puerto Rico may discharge up to 70 percent of their annual transport of sediments during a few heavy rainfall events each year. Ninety percent of this is silt and the remaining 10 percent sand.

Los ríos en Puerto Rico pueden descargar hasta un 70% de su carga anual de sedimento durante unas pocas lluvias fuertes cada año. De esto, 90% es limo y el 10% restante es arena.

En Puerto Rico la velocidad de la erosión y de la sedimentación exceden aquellas recomendadas por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos como ideales para mantener los servicios naturales y la calidad del ambiente. Las recomendaciones específicas tienden a reducir sus efectos detrimentales.

Incremento en Diámetro en la Zona de Vida Subtropical Húmeda en Puerto Rico

El incremento anual periódico en un área de Bosque Húmedo Subtropical localizado entre 300 y 550 m en elevación dentro del Bosque Experimental de Luquillo promedió 0.37 cm/año para todos los tallos iguales o mayores de 9 cms en diámetro (Schmidt y Weaver, 1981). Se observaron diferencias en la rapidez de crecimiento de acuerdo con la especie, clase de copa y topografía. *Calophyllum calaba* tuvo el crecimiento más rápido de las nueve especies informadas. El crecimiento estaba correlacionado positivamente con un aumento en la dominación de la copa. Los árboles en la base de las laderas y en el fondo de los valles crecieron con mayor rapidez que aquellos localizados en la parte alta de la ladera o en las crestas, presumiblemente debido a los suelos más profundos y a la humedad más abundante.

Los siguientes trabajos se han preparado y sometidos para publicación o para su implementación:

El Crecimiento y la Producción y las Técnicas de Parcelas de Ensayo en los Bosques Indígenas de los Trópicos Americanos

La información sobre crecimiento y producción en los bosques indígenas de los trópicos americanos se haya diseminado y su uso para fines comparativos se dificulta. Como dichos datos son de vital importancia se llevó a cabo una revisión de la literatura la que incluía bosques naturales sin molestar, bosques secundarios, sistemas de producción agro-silviculturales, plantaciones forestales y plantaciones por enriquecimiento (plantación en hileras). La observación sobresaliente de estas comparaciones es que el manejo de bosques secundarios y la agro-silvicultura parecen ser alternativas viables a las plantaciones para la producción de volumen de madera y de biomasa en determinados sitios (Weaver, 1980b).

El incremento anual periódico (PAI) en volumen en bosques sin molestar generalmente fue menor de 3 m³/ha.año con un (PAI) de biomasa leñosa sobre el nivel de la tierra, generalmente menor de 2 t/ha.año. El diámetro y el área basimétrica en términos de (PAI) también fueron bajos, variando desde 0.03 a 0.25 cm/año y de 0 a 0.50 m²/ha.año, respectivamente.

El incremento promedio anual en volumen (MAI) en bosques secundarios jóvenes llegó hasta 33.8 m³/ha.año y la biomasa leñosa sobre tierra con un (MAI) oscilando desde 4 a 13.5 t/ha.año. En la mayoría de los casos el (MAI) en diámetro varió desde 1 a 4 cm/año y el (MAI) en altura varió de 1 a 2 m/año, con un (MAI) en área basimétrica mayor de 1 m²/ha.año.

Of the 890,000 ha in Puerto Rico, 31 percent of 278,000 ha are classified as forest land^{1/}. More than half of this quantity is found in the area excluded from the survey--that is, portions of the island not considered to have commercial potential because of climate, slope, poor soils or higher priority uses. Forest lands in the excluded portions were assessed by examination of aerial photos.

Of the 130,500 ha classed as timberland^{2/}, nearly half is in secondary forest. Some 200 species were tallied, many of these reflecting prior land use; that is, they were used for coffee shade, fruit production or ornament.

Active coffee shade forests contain fewer species than other forest classes, and a higher proportion of large, open-grown trees. Abandoned coffee plantations, in turn, support the highest timber volumes/ha. Most of this, however, is found in poletimber-size trees or rough and rotten trees that do not have current commercial potential. Young secondary forests, in contrast, appear to offer the best potential for forest management due to the presence of timber species among the growing stock trees in the smaller size classes.

An attempt was made to assess current potential for timber harvest. About a quarter of the timberland, or 31,000 ha, is considered adequate for exploitation. Ample opportunity exists for the practice of silviculture to enhance the productive potential of Puerto Rico's young forest resources.

The following studies have been initiated:

Enrichment Plantings (Line Plantings)

One method to improve the composition of natural forests when these have been depleted of commercial species by logging or natural disaster is through line plantings with tree species that have commercial potential. Beginning in 1963, line plantings have been conducted on the Luquillo Forest, but these have never been assessed. Mahogany (*Swietenia macrophylla* x *mahogani*) seedlings were used.

Currently, an investigation of these plantings is underway. Growth rates (diameter, height, volume and biomass) and shoot borer damage are being assessed.

^{1/} Forest land - Land at least 10 percent stocked by forest trees of any size, or formerly having such tree cover and not currently developed for non-forest use. The minimum area is one-half hectare, and the minimum width for forest strips is 35 meters.

^{2/} Timberland - The portion of forest land that is producing or is capable of producing industrial wood and is not withdrawn from timber utilization. Forest lands with higher priority uses, yet not specifically withdrawn for timber utilization, were excluded from this class for the 1980 survey.

Se hizo una tentativa para valorar el potencial corriente para la producción forestal. Aproximadamente la cuarta parte de los terrenos maderables ó 31,000 has. se considera adecuado para explotarse. Existe amplia oportunidad para la práctica de la silvicultura para aumentar el potencial productivo de los jóvenes recursos forestales de Puerto Rico.

Se han iniciado los siguientes estudios:

Plantaciones de Enriquecimiento (Plantación en Líneas)

Cuando los bosques naturales han sido desprovistos de sus especies comerciales, por la explotación o por desastres naturales, su composición puede mejorarse plantando especies de valor comercial potencial por el sistema de hileras o líneas. Desde el 1965 se han realizado plantaciones en hileras en el Bosque de Luquillo, aunque estas plantaciones nunca han sido evaluadas. Para este fin se han utilizado plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* x *mahoganí*).

Estas plantaciones están siendo evaluadas al presente, incluyendo su rapidez de crecimiento (diámetro, altura, volumen y biomasa) y el daño causado por el taladrador del tallo.

Investigaciones en el Bosque Colorado (Bosque Montano Alto *sensu* Beard; Bosque Muy Húmedo Montano Bajo *sensu* Holdridge)

A mediados de la década de los 40, se establecieron varias parcelas de 1 acre (0.4 ha) en el Bosque Colorado para determinar su crecimiento en diámetro. Estas parcelas se abandonaron después de la mitad de la década de los 50. Debido a que su crecimiento es tan lento, más de la mitad de los tallos aún conservan las etiquetas usadas para marcar permanentemente los árboles individuales.

En la actualidad se hacen esfuerzos para relocalizar y volver a marcar estos árboles en el Bosque Colorado. Se han observado su incorporación suplementaria de tallos nuevos, mortalidad, cambios en la composición de especies con el tiempo, rapidez de crecimiento (diámetro, altura, área basimétrica, volumen y biomasa) crecimiento de yerbajos, patrones en la incidencia de las especies, diferencias habidas en la caída de la hojarasca suelta. El producto último será una historia de la vida del bosque a lo largo de los últimos 35 años, una contribución única para entender el crecimiento y el desarrollo de un bosque tropical.

No growth estimates were found for enrichment plantings.

Monitoring of Stand Changes and Growth in the Natural Forests of Puerto Rico

A simple, inexpensive and accurate sample plot technique has been used in 20 natural forest stands scattered throughout Puerto Rico including each of the island's 6 life zones. Ecological observations disclose correlations of diameter growth with crown dominance, differences in diameter growth by species, variability of diameter growth with topographic features, and generally slow diameter growth in undisturbed stands of these plots (Weaver, 1981c).

Thinning yielded positive responses in both the Tabonuco Forest (Lower Montane Forest *sensu* Beard; Subtropical Wet Forest *sensu* Holdridge) and the Colorado (Upper Montane Forest *sensu* Beard; Lower Montane Wet Forest *sensu* Holdridge). In the Colorado Forest, long-term recovery of a stand from the hurricanes of 1928 and 1932 was characterized by an increase in the number of stems, a change in species composition, a shift in diameter class distribution, ingrowth in excess of mortality, positive basal area and volume increment, and a concave recovery curve for basal area and volume over time.

Tree Growth in an Upper Montane Forest in Puerto Rico

Periodic annual diameter increment on a previously thinned small plot in the Colorado Forest (Upper Montane Forest *sensu* Beard) in southeastern Puerto Rico averaged 0.25 cm/yr over 27 years. Long-term increment was twice that recorded for other Colorado forests on the island. Mortality exceeded ingrowth, and basal area growth averaged 0.63 m²/ha.yr, two-thirds of which occurred on residual stems and only one-third on ingrowth (Weaver, 1981d).

Forestry in St. Lucia

Institute personnel were invited as forestry consultants to be part of a cooperative project between the U.S. Agency for International Development (AID) and the Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI). On-going forestry research was reviewed and specific target areas were designated for reforestation. Nursery facilities needed for a major reforestation effort were specified and a plan of operations for target areas was prepared (Weaver and Lugo, 1981).

Forest Resources of Puerto Rico

Last year's Annual Letter contained the introduction to this study. By the mid-1940's, very little natural forest remained in Puerto Rico. Since then, with industrial development on the island, much farmland was abandoned. Secondary forests invaded old pastures and croplands. About two years ago, the Forest Service began to assess these new forest resources.

Agrícolas y Desarrollo del Caribe (CARDI) se invitó personal del Instituto como consultores en dasonomía. Se examinó el trabajo investigativo en curso en dasonomía y se designaron áreas específicas para repoblarse. Se especificaron aquellas facilidades de viveros necesarias para un plan amplio de reforestación y se preparó un plan de operaciones para el área a tratarse (Weaver y Lugo, 1981).

Recursos Forestales de Puerto Rico

La introducción a este estudio está contenida en la Carta Anual del año pasado. Puerto Rico está densamente poblado. Para mediados de la década del 40 quedaba muy poco bosque natural. Como consecuencia del desarrollo industrial de la isla se ha abandonado mucha tierra de cultivo. El bosque secundario invadió los antiguos pastos y la tierra de cultivo. Hace un par de años el Servicio Forestal principió a valorar estos recursos forestales nuevos.

De las 890,000 hectáreas en Puerto Rico, 31% o 278,000 has. se clasificaron como terreno forestal^{1/}. Más de la mitad de esta cantidad se encuentra en el área excluida de este estudio; eso es, porciones de la isla que no se consideran con potencial comercial debido a clima, topografía, suelos pobres o usos de prioridad más alta. Los terrenos forestales en las áreas excluidas fueron evaluados por examen de fotografías aéreas.

De las 130,500 has. clasificadas como terrenos maderables^{2/} casi la mitad es bosque secundario. Se contaron algunas 200 especies, muchas de las que reflejaban el uso anterior de la tierra, eso es, habían sido usadas para siembra de café, producción de frutales o de ornamentales.

Las arboledas de sombra sobre plantaciones de café activas contienen menos especies que las otras categorías de bosques y una proporción más alta de árboles grandes de copa extendida. Por su parte, las plantaciones abandonadas de café tienen el volumen más alto de madera por ha. Sin embargo, la mayor parte de esto lo constituyen árboles de tamaño de postes o árboles podridos o que por otras razones carecen de valor comercial potencial. Por el contrario, los bosques jóvenes secundarios prometen el mejor potencial para el manejo forestal debido a la presencia de especies maderables entre los árboles jóvenes en las categorías de menos tamaño.

^{1/} Terreno forestal - Terreno poblado por lo menos en un 10% por especies forestales de cualquier tamaño o habiendo tenido dicha cubierta forestal y que al corriente no se utilice para uso no forestal. El área mínima es media hectárea y el ancho mínimo para franjas de bosques es de 35 metros.

^{2/} Terrenos maderables - Aquella parte del terreno forestal que está o es capaz de producir madera industrial y que no se ha retirado de la utilización maderera. Del reconocimiento para el 1980 se excluyeron terrenos forestales con usos de mayor prioridad pero que no se retiran específicamente para la producción de madera.

The rates of erosion and sedimentation in Puerto Rico exceed those recommended by the U.S. Soil Conservation Service as ideal to maintain natural systems and environmental quality. Specific recommendations are to reduce their detrimental effects.

Diameter Increment in the Subtropical Moist Life Zone in Puerto Rico

Periodic annual diameter increment in a tract of Subtropical Moist Forest located between 300 and 550 m in elevation within the Luquillo Experimental Forest averaged 0.37 cm/yr for all stems greater than or equal to 9 cm in diameter (Schmidt and Weaver, 1981). Differences in growth rates were observed by species, crown class and topography. *Calophyllum calaba* grew the fastest of the nine species reported. Growth was positively correlated with an increase in crown dominance. Trees on lower slopes and bottomlands grew faster than those on upper slopes and ridges, presumably because of deeper soils and more available moisture.

The following works have been prepared and forwarded for publication or implementation:

Growth and Yield and Sample Plot Techniques in Indigeneous Forests of the American Tropics

Information on growth and yield in indigeneous forests of the American tropics is scattered and difficult to use for comparative purposes. Since such data are vital to forest planning and management, a literature review was conducted which included undisturbed natural forests, secondary forests, agri-silviculture production systems, plantation forestry and enrichment plantings (line plantings). The salient observation from these comparisons is that management of secondary forests and agri-silviculture appear to be viable alternatives to plantations for the production of wood volume and biomass on certain sites (Weaver, 1980b).

Volume periodic annual increment (PAI) in undisturbed forests was usually less than 3 m³/ha.yr with above-ground woody biomass PAI usually less than 2 t/ha.yr. Diameter PAI and basal area PAI were also low, ranging from 0.03 to 0.25 cm/yr, and from 0 to 0.50 m²/ha.yr, respectively.

Volume mean annual increment (MAI) in early secondary forests ranged as high as 33.8 m³/ha. yr with above-ground woody biomass MAI varying from 4 to 13.5 t/ha.yr. In the majority of cases, diameter MAI ranged from 1 to 4 cm/yr and height MAI from 1 to 2 m/yr, with basal area MAI greater than 1 m²/ha.yr.

Volume MAI in agri-silvicultural systems ranged through 38.8 m³/ha.yr, with biomass MAI as high as 22.1 t/ha.yr. Diameter MAI ranged between 0.9 to 4.0 cm/yr with basal area MAI between 0.7 to 3.4 m²/ha.yr.

For comparative purposes, volume MAI in plantations ranged through 37.8 m³/ha.yr with 70% of the observations higher than 8 m³/ha.yr. Above-ground woody biomass calculated with conversions based on specific gravity showed MAI as high as 26 t/ha.yr. The majority of diameter MAI exceeded 1.0 cm/yr with most basal area MAI ranging between 1 to 4 m²/ha.yr.

El MAI en volumen en sistemas agro-silviculturales varió en alrededor de $38.8 \text{ m}^3/\text{ha.año}$, con un MAI en biomasa tan alto como 22.1 t/ha.año . El MAI en diámetro osciló entre 0.9 a 4.0 cm/año y un MAI en área basimétrica entre 0.7 y $3.4 \text{ m}^2/\text{ha.año}$.

Para propósitos comparativos el MAI en volumen en plantaciones varió hasta $37.8 \text{ m}^3/\text{ha.año}$ con el 70% de las observaciones más altas que $8 \text{ m}^3/\text{ha.año}$. La biomasa leñosa sobre el nivel del terreno y convertida a base de gravedad específica demostró un MAI tan alto como 26 t/ha.año . La mayoría del MAI en diámetro excedió 1.0 cm/año mientras que la mayor parte del MAI en área basimétrica varió entre 1 y $4 \text{ m}^2/\text{hr.año}$.

Para las plantaciones enriquecidas no se encontraron estimados de crecimiento.

Anticipación de Cambios en el Rodal y del Crecimiento en los Bosques Naturales de Puerto Rico

En 20 rodales de bosques naturales dispersos a través de Puerto Rico y representando cada una de las 6 zonas de vida de la isla se ha utilizado una técnica sencilla, poco costosa y precisa de parcelas de ensayo. De dichas parcelas (Weaver, 1981c) se han derivado muchas observaciones ecológicas incluyendo la correlación del crecimiento en diámetro con la dominación de la copa, diferencias en crecimiento en diámetro por especies, variación del crecimiento en diámetro con la topografía y el generalmente lento crecimiento en rodales sin molestar.

Los aclareos tuvieron resultados positivos en ambos, el Bosque Tabonuco (Bosque Montano Bajo *sensu* Beard; Bosque Muy Húmedo Subtropical *sensu* Holdridge) y el Bosque Colorado (Bosque Montano Alto *sensu* Beard; Bosque Muy Húmedo Montano Bajo *sensu* Holdridge). La recuperación a largo plazo de los huracanes de 1928 y 1932 de un rodal en el Bosque Colorado se caracterizó por un incremento en el número de tallos, un cambio en la composición de especies, una desviación en la distribución de las clases de diámetro, la incorporación suplementaria de tallos nuevos en exceso de la mortalidad, incremento positivo en el área basimétrica y en volumen y una curva de recuperación concava para el área basimétrica y el volumen en relación al tiempo.

Crecimiento de Arboles en un Bosque Montano Alto en Puerto Rico

El incremento anual periódico en diámetro en una pequeña parcela previamente aclarada en el Bosque Colorado (Bosque Montano Alto *sensu* Beard) en el sureste de Puerto Rico fue en promedio 0.25 cm/año durante 27 años. El incremento a largo plazo fue el doble de otros bosques tipo Colorado en la isla. La mortalidad excedió la incorporación suplementaria de tallos nuevos y el crecimiento en área basimétrica promedió $0.63 \text{ m}^2/\text{ha.año}$. De este crecimiento dos terceras partes ocurrieron en tallos residuales y solamente la tercera parte en incorporación suplementaria de tallos nuevos (Weaver, 1981d).

La Dasonomía en Santa Lucía

Como parte de un proyecto cooperativo entre la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) de los Estados Unidos y el Instituto de Investigaciones

Colorado Forest (Upper Montane Forest *sensu* Beard; Lower Montane Wet Forest *sensu* Holdridge) Research

In the mid-1940's, several 1 acre (0.4 ha) plots were established in the Colorado Forest to determine diameter growth. After the mid-1950's, these plots were abandoned. Today, because growth rates are so slow, more than half of the stems still contain the tags that were used to permanently mark individual trees.

Current efforts within the Colorado Forest are being made to relocate and re-tag the trees. Ingrowth, mortality, species composition changes over time, growth rates (diameter, height, basal area, volume and biomass), herbivory rates, patterns of species occurrence, litterfall rates, and loose litter are being observed. The ultimate product will be a life history of the forest over the past 35 years, a unique contribution to the understanding of growth and development of a tropical forest.

INVESTIGACIONES POR COOPERADORES DEL INSTITUTO

ARIEL E. LUGO ECOLOGO DE INVESTIGACIONES

Los científicos visitantes continúan haciendo contribuciones significativas al programa investigativo del Instituto. La Carta Anual de este año contiene un informe por Carl Jordan quien terminó una comparación de un año de la rapidez de crecimiento entre un bosque secundario y dos plantaciones. Alex Cruz de la Universidad de Colorado completó un estudio de un año en el Instituto con una beca post-doctoral, contribución del Consejo Nacional de Investigaciones. Jorge Frangi, argentino, del Museo de Historia Natural de La Plata también terminó su trabajo sobre los Pantanos del Bosque de Palmas. Se publicarán resúmenes de estos trabajos en la próxima Carta Anual, después que se terminen los análisis de los resultados.

Durante este año principiámos dos importantes estudios cooperativos. Peter Murphy del Departamento de Botánica de la Universidad Estatal de Michigan principió un estudio auspiciado por la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) en la dinámica estacional del Bosque Estatal de Guánica, un bosque subtropical seco en la costa sur de Puerto Rico. Los resultados preliminares después del primer año demuestran lo siguiente:

En el área de estudio de 1.4 has se identificaron 33 especies de árboles, ninguno de los cuales contenía más de 14% del total del área basimétrica ($21.2 \text{ m}^2/\text{ha}$) viva. Este bosque se caracteriza por una alta densidad de tallos pequeños ($12,173/\text{ha}$, 86% de los cuales tienen entre 2.5-5 cm DBH). La biomasa nivel sobre nivel de tierra es 44 t/ha (peso seco). El crecimiento radial durante la época lluviosa promedio 0.13 cm/4 meses y varió directamente con el diámetro de los tallos. La producción y descomposición de la hojarasca también fue estimada. En parcelas cortadas experimentalmente, la revegetación es principalmente por retoños y por lo menos el 57% del bosque maduro se originó de esta manera.

Eduardo Santana, estudiante graduado del Departamento de Ecología de Vida Silvestre en la Universidad de Wisconsin, principió un estudio detallado del guaraguo (*Buteo jamaicensis*) como parte de nuestro esfuerzo de comprender la interacción de especies con la amenazada cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata*) (vea a Arendt en esta Carta Anual).

En adición a estos dos nuevos estudios cooperativos, otros cooperadores del Instituto y voluntarios iniciaron estudios en las siguientes materias: estructura de los pantanos de *Pterocarpus* en Puerto Rico, vegetación de las áreas de deslizamientos en el Bosque Experimental de Luquillo, crecimiento de epífitas en el bosque de palmas, rapidez de la sucesión en distintas localidades del bosque nublado y dinámica del flujo de material en los ríos. En futuros números de esta Carta Anual informaremos los resultados de estos estudios según estén disponibles.

Una fracción de mi tiempo fue dedicado con Sandra Brown de la Universidad de Illinois y Charles Hall de la Universidad de Cornell al estudio cooperativo sobre el papel de los bosques tropicales en el ciclo global de carbón.

RESEARCH BY INSTITUTE COOPERATORS

ARIEL E. LUGO RESEARCH ECOLOGIST

Visiting scientists continue to make significant contributions to the research program of the Institute. This year's Annual Letter contains a report by Carl Jordan who completed a one-year comparison of growth rates between a secondary forest and two plantations. Alex Cruz from the University of Colorado completed a year study at the Institute under a Postdoctoral fellowship from the National Research Council. Jorge Frangi from Argentina's La Plata Natural History Museum also finished his work in the Palm Forest Wetlands. Summaries of these last two works will be published in next year's Annual Letter after analysis is completed and published.

This year ITF began two important cooperative studies. Peter Murphy of the Department of Botany at Michigan State University, and Lugo began an NSF-sponsored study on the seasonal dynamics of the Guanica State Forest, a subtropical dry forest in the south coast of Puerto Rico. Preliminary results of the first year show:

Thirty-three tree species, none of which accounted for more than 14% of total living basal area ($21.2 \text{ m}^2/\text{ha}$) were recorded in the 1.4 ha study site. The forest is characterized by a high density of small stems (1,173/ha, 86% of which are 2.5 - 5 cm DBH). Above-ground living biomass is 44.9 t/ha (dry wt.). Rainy season radial tree growth averaged 0.13 cm/4 mos. and varied directly with stem diameter. Litter production and decomposition were also estimated. Revegetation in experimentally cut plots is primarily by coppicing and at least 57% of mature forest tree stems are of coppice origin.

The second new study was started by Eduardo Santana, a graduate student of the Department of Wildlife Ecology, University of Wisconsin. He is studying the red-tailed hawk (*Buteo jamaicensis*) as part of ITF's efforts to understand species that interact with the endangered Puerto Rican parrot (*Amazona vitatta*) (see Arendt in this Annual Letter).

In addition to these two new cooperative studies, other Institute cooperators and volunteers began studies on the following subjects: structure of the *Pterocarpus* swamps in Puerto Rico, vegetation of landslide areas in the Luquillo Experimental Forest, epiphyte growth on palm forests, succession rates in different locations of the cloud forest, and dynamics of material fluxes in river streams. As results of these studies become available, they will be reported in future issues of this Annual Letter.

A study with Sandra Brown of the University of Illinois and Charles Hall from Cornell University on the role of tropical forests on the global carbon cycle is also underway. Figure 1 replaces Fig. 3, p. 25 of last year's Annual Letter and shows curvilinear relationships between the storage of organic matter in soils and vegetation of tropical forests and the ratio of temperature to precipitation. The pie diagram in Fig. 2 illustrates the relative role of tropical forests and other biomes on the global storage of organic matter. Tropical forests store 20% of the total carbon pool in biosphere. Figure 3

La figura 1 reemplaza la Fig. 3, pág. 25 de la Carta Anual del pasado año y muestra relaciones curvilíneas entre el almacenamiento de la materia orgánica en el suelo y la vegetación de los bosques tropicales y entre la proporción de la temperatura a la precipitación. El diagrama en forma de pastel ilustra el papel relativo de los bosques tropicales y de otras biomas en el almacenamiento global de la materia orgánica. Los bosques tropicales almacenan 20% del total de carbón almacenado en la biosfera. En la Fig. 3 resumimos los inventarios mundiales disponibles de las áreas forestales en el trópico. Como ocurre con otros datos que hemos examinado, los grandes ritmos de deforestación no se reflejan en estos inventarios.

Los hallazgos claves de nuestros estudios son:

- ° El carbono almacenado en la vegetación y en el suelo varía con el tipo de zona de vida.
- ° En los años 70 los bosques tropicales almacenaron 228 Pg C^{1/} en la vegetación y 159 Pg C en el suelo.
- ° La tasa de la acumulación de carbón en la vegetación varía con las zonas de vida y varían desde aproximadamente 10 tC/ha.año en la sucesión temprana a menos de 1 t C/ha.año en bosques maduros.
- ° El período de conversión del carbón en los bosques tropicales promedia 20 años.
- ° El área de bosques tropicales en los años 70 era 18.4×10^6 km² y la tasa estimada de deforestación era 0.73%/año en los trópicos húmedos y muy húmedos. Sin embargo, la tasa es más alta o más baja en zonas de vida específicas.

Nuestros estudios ahora se encaminan hacia el almacenamiento del carbón en los suelos tropicales bajo usos de tierra distintos y estamos analizando una gran colección de datos sobre la conducta de las plantaciones bajo diferentes condiciones climáticas. Hemos completado un total de 29 publicaciones e informes sobre el tema del papel de los bosques tropicales en el ciclo global del carbono. Se encuentran enumeradas en el apéndice junto con otras publicaciones del Instituto.

Literatura citada

- Brown, S. y A.E. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica (en publicación).
- Brown, S. y A.E. Lugo. 1981. The role of the terrestrial biota in the global CO₂ cycle. Preprints 26(4):1019-1025.
- Lugo, A.E. y S. Brown. 1982. Conversion of tropical moist forests: a critique. Interciencia 7(2):89-93.

^{1/} Pg C = 10^{15} g C ó 10^9 t C

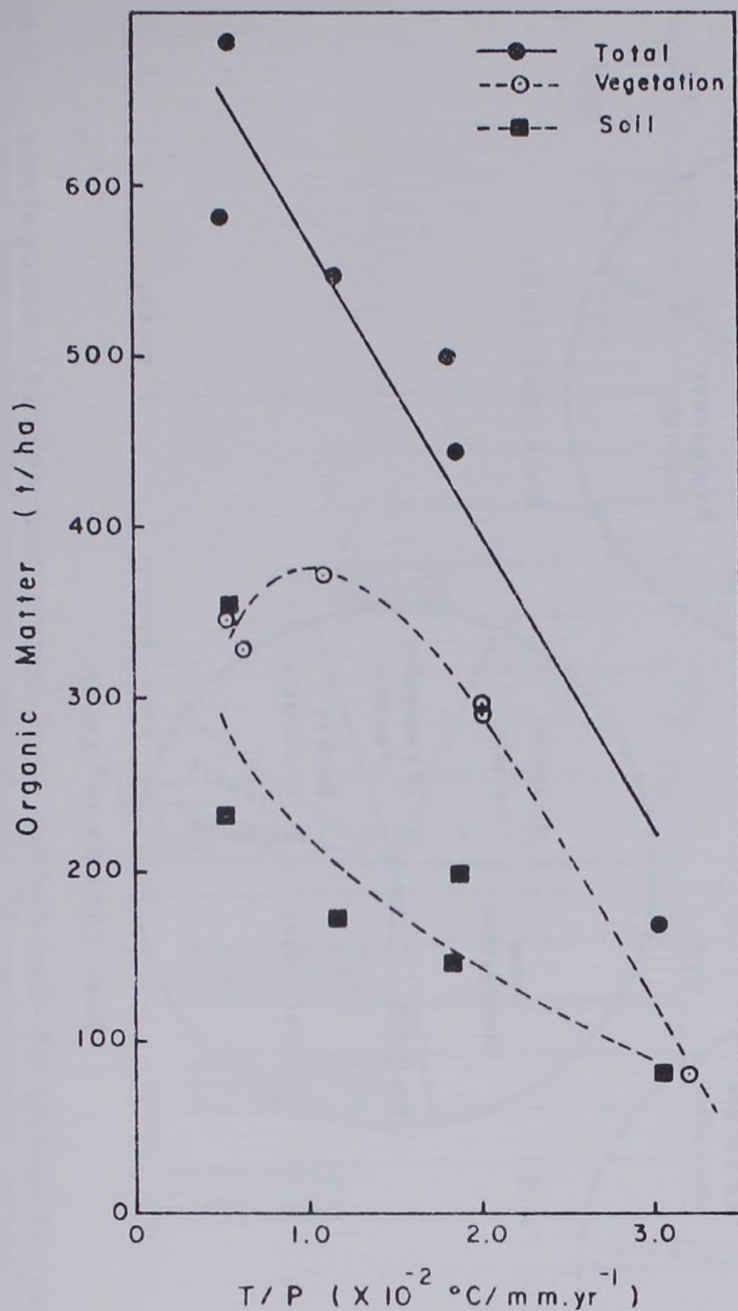


Fig. 1. Relationships between total organic matter, organic matter in vegetation, and organic matter in soils, combined into the six life zone groups and the temperature ($T^{\circ}\text{C}$) to precipitation (P mm/yr) ratio. All the relationships are significant ($p = 0.05$) and the equations are: total organic matter (t/ha) = $743 - 174x$ ($r^2 = 0.90$), organic matter in vegetation (t/ha) = $661 + 666 \log x - 288x$ ($r^2 = 0.98$), and organic matter in soil (t/ha) = $353e^{-0.47x}$ ($r^2 = 0.83$). When solving these equations, the x value must be multiplied by 100. (From Brown and Lugo, 1982).

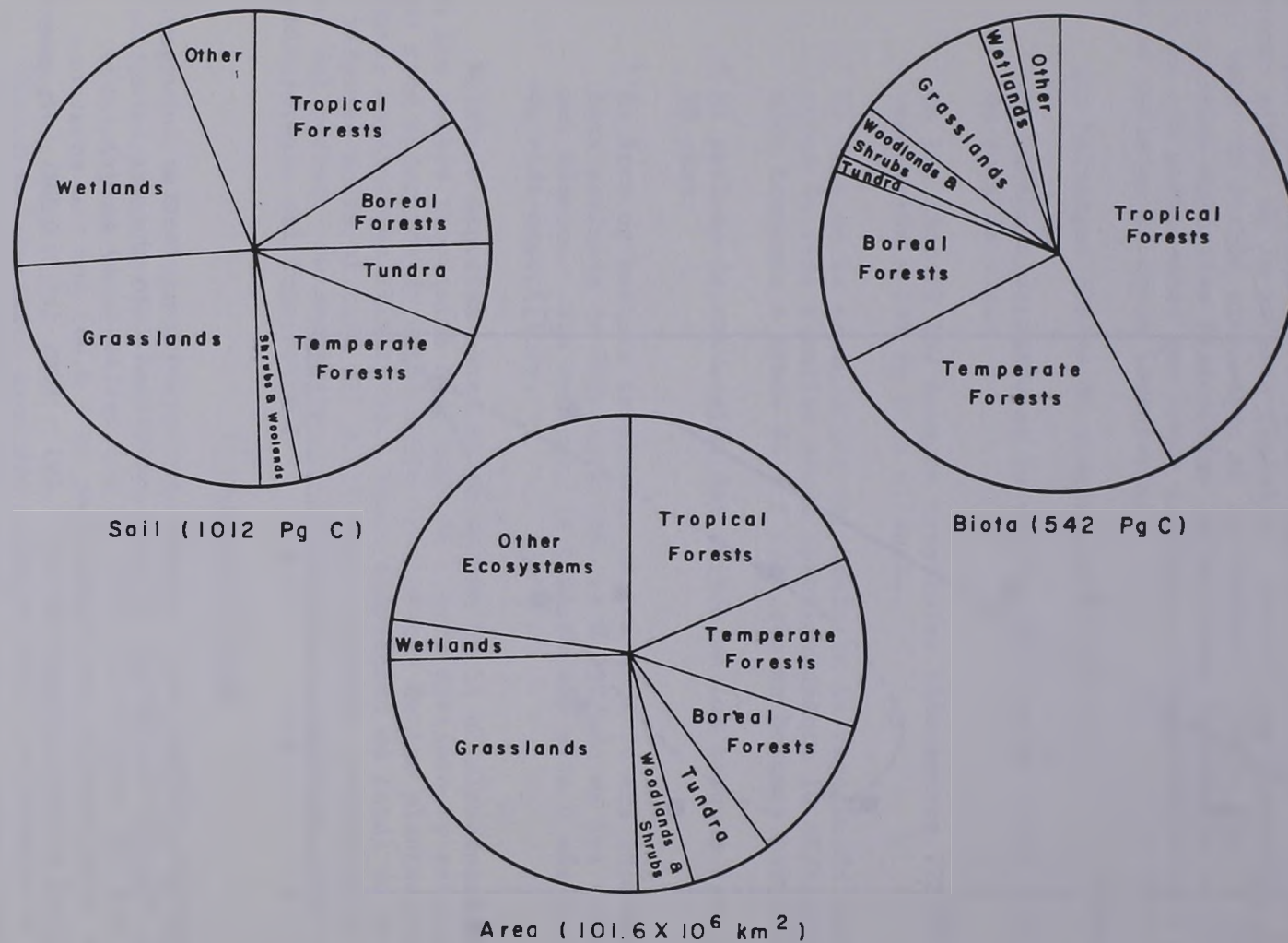


Fig. 2. Partitioning of the carbon pool among terrestrial ecosystems. The relative importance of the biomes varies depending upon how they are compared, i.e., by their storage of carbon in the biota or soil or by their area. (Modified from Brown and Lugo, 1983).

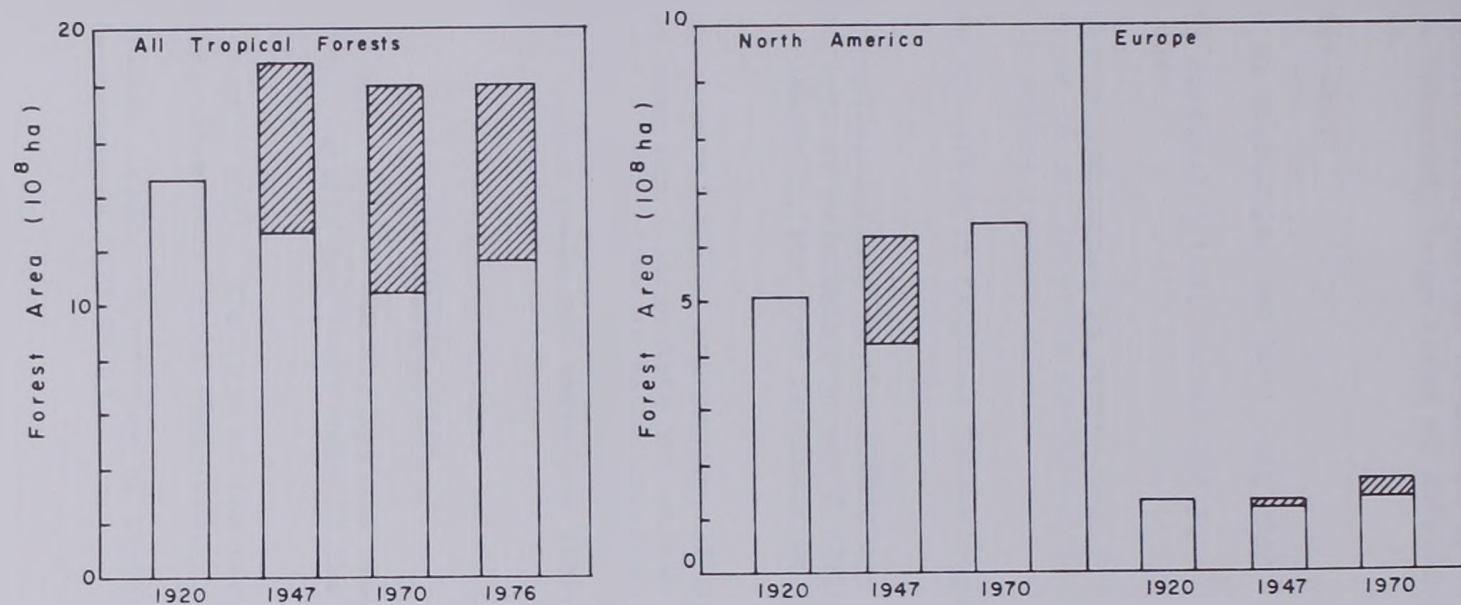


Fig. 3. Summary of world surveys of forest areas. Open bars refer to closed forests and crosslines to secondary forests. The world inventories were: 1920, Zon and Sparhawk; 1947, FAO; 1970, Persson; and 1976, Lanly, published by FAO. (Modified from Lugo and Brown, 1982).

summarizes the available world surveys of forest areas in the tropics. As is true with other data examined, large rates of deforestation are not reflected in these inventories.

The key findings are:

- ° Carbon pools in vegetation and soil vary with the type of life zone.
- ° In the 1970's tropical forests store 228 Pg C^{1/} in vegetation and 159 Pg C in soil.
- ° Rates of carbon accumulation in vegetation vary with life zone and range from about 10 t C/ha.yr in early succession to less than 1 t C/ha.yr in mature forests.
- ° Turnover time of carbon in tropical forest vegetation averages 20 years.
- ° The area of tropical forests in the 1970's was $18.4 \times 10^6 \text{ km}^2$ and the estimated rate of deforestation was 0.73/yr in the moist and wet tropics. (However, the rate is higher or lower in specific life zones).

Studies are now directed toward the storage of carbon in tropical soils under different land uses and a large data set on the behavior of plantations under different climatic conditions is being analyzed. ITF has completed a total of 29 publications and reports on the issue of the role of tropical forests in the global carbon cycle and these are listed in the appendix with other Institute publications.

Literature Cited

- Brown, S., and A.E. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica (in press).
- Brown, S., and A.E. Lugo. 1981. The role of the terrestrial biota in the global CO₂ cycle. Preprints 26(4):1019-1025.
- Lugo, A.E., and S. Brown. 1982. Conversion of tropical moist forests: a critique. Interciencia 7(2):89-93.

^{1/} Pg C = 10^{15} gC or 10^9 t C

COMPARACION DEL CRECIMIENTO DE LOS ARBOLES EN BOSQUES ORIGINADOS POR PLANTACION Y POR REGENERACION NATURAL

CARL F. JORDAN Y EDWARD G. FARNWORTH
INSTITUTO DE ECOLOGIA (TIE) UNIVERSIDAD DE GEORGIA

Se compararon la productividad y la biomasa entre dos plantaciones y un rodal de regeneración natural en sitios similares en una región de bosque pre-montano húmedo de Puerto Rico. Mientras que inicialmente las especies en las plantaciones crecieron más rápidamente después de cuatro décadas, la productividad de la regeneración natural igualó y hasta superó la productividad de las plantaciones (Tabla 1).

La tabla 1 demuestra que hasta 1979 la regeneración natural era comparable a las plantaciones de María (*Calophyllum brasiliense*) en ambos, biomasa y productividad. Durante el 1979-80, María superó a la regeneración natural, mientras que en 1980-81 la situación fue lo contrario. El pino (*Pinus caribaea*) aparece como de crecimiento más rápido que la María o la regeneración natural. Aunque el pino tenía sólo el 39% de la edad de la regeneración natural en el 1979 la biomasa total era 82% de la de la regeneración natural.

Durante el 1979-80 aparentemente hubo una dramática reducción del crecimiento del pino, pero el crecimiento se recobró durante el año siguiente. El crecimiento lento durante 1979-1980 podría haberse debido a los efectos de una tormenta tropical que pasó cerca de Puerto Rico dos semanas antes que el reconocimiento inicial. Encontramos hojas y ramas recientemente caídas en todos los sitios, pero el pino aparecía haber sido particularmente afectado.

Tabla 1. Peso seco e incremento en biomasa sobre tierra de los arboles de mas de 10 cm diámetro, en plantaciones y bosques de regeneración natural durante 1979, 1980 y 1981.

| | Natural Regeneration (kg·ha ⁻¹) | | Pine (kg·ha ⁻¹) | | Maria (kg·ha ⁻¹) | |
|--------------|--|--------|--------------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| | Wood | Total | Wood | Total | Wood | Total |
| 1979 | 157877 | 165320 | 128257 | 136131 | 145869 | 150344 |
| 1980 | 161800 | 169406 | 130568 | 138621 | 151408 | 156071 |
| 1981 | 175970 | 184125 | 140428 | 149127 | 155551 | 160337 |
| Age 1979 | 44 | | 17 | | 39 | |
| Δ/yr to 1979 | 3598 | 3757 | 7554 | 8005 | 3740 | 3855 |
| Δ79-80 | 3923 | 4076 | 2310 | 2490 | 5539 | 5727 |
| Δ80-81 | 14170 | 14719 | 9860 | 10506 | 4143 | 4286 |

COMPARISON OF TREE GROWTH IN NATURAL REGENERATION AND PLANTATION FORESTS

CARL F. JORDAN AND EDWARD G. FARNWORTH

THE INSTITUTE OF ECOLOGY (TIE) UNIVERSITY OF GEORGIA

Biomass and productivity were compared in two plantations and one stand of natural regeneration on similar sites in a premontane moist forest region of Puerto Rico. While initial growth rates of plantation species were higher, after four decades, productivity of natural regeneration was equal to or greater than productivity of the plantations (Table 1).

Table 1 shows that for both biomass and productivity through 1979 natural regeneration was comparable to the plantations of María (*Calophyllum brasiliense*). During 1979-1980, María did better than natural regeneration, while in 1980-1981 the situation reversed. Pine (*Pinus caribaea*) appears to have grown more rapidly than María or natural regeneration. Although pine was only 39 percent of the age of the natural regeneration in 1979, the total biomass was 82 percent of that of the natural regeneration.

During 1979-1980, a dramatic slowdown of pine growth occurred, but the next year growth was high again. The low growth in 1979-1980 may have resulted from the effects of a tropical storm which passed near Puerto Rico two weeks before our initial survey. We found freshly fallen leaves and branches on all sites, but pine appeared to be especially affected.

Table 1. Dry weight and weight increment of aboveground biomass of trees greater than 10 cm diameter in plantation and natural regeneration forests in 1979, 1980, and 1981.

| | Natural Regeneration (kg·ha ⁻¹) | | Pine (kg·ha ⁻¹) | | María (kg·ha ⁻¹) | |
|-----------------------------------|--|--------|--------------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| | Wood | Total | Wood | Total | Wood | Total |
| 1979 | 157877 | 165330 | 128257 | 136131 | 145869 | 150344 |
| 1980 | 161800 | 169406 | 130568 | 138621 | 151408 | 156071 |
| 1981 | 175970 | 184125 | 140428 | 149127 | 155551 | 160357 |
| Age 1979 | 44 | | 17 | | 39 | |
| $\bar{x}\Delta/\text{yr to 1979}$ | 3588 | 3757 | 7554 | 8008 | 3740 | 3855 |
| $\Delta 79-80$ | 3923 | 4076 | 2310 | 2490 | 5539 | 5727 |
| $\Delta 80-81$ | 14170 | 14719 | 9860 | 10506 | 4143 | 4285 |

INVESTIGACION EN VIDA SILVESTRE

WAYNE ARENDT
TECNICO EN BIOLOGIA

El programa de vida silvestre continúa en su esfuerzo en investigación y manejo encaminados a restaurar la amenazada *Amazona vitatta*. Este trabajo es cooperativo con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos y el Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico. También están en progreso estudios biológicos sobre amenazas mayores y potenciales a la preservación en la ecología de la reproducción del *Margarops fuscatus* y su ectoparásito asociado *Philornis* se encuentra en su cuarto año. La investigación de la dinámica poblacional y biología reproductiva del *Buteo jamaicensis* está en su segundo año. Estudios de largo alcance sobre la comunidad de aves de Puerto Rico y de otros lugares en el Caribe también continúan.

Resultados de la Temporada de Reproducción de 1981

Cuatro pares de cotorras silvestres produjeron huevos en el 1981. La conocida hembra vieja de un par puso otra vez sus 3 huevos de cascarón fino tradicionales, ninguno de los cuales empolló. Los tres pares restantes criaron exitosamente 9 polluelos (3 en cada nido). Con la adopción de un polluelo producido en cautiverio a un nido silvestre se obtuvo un máximo hasta la fecha (desde 1968 al presente) de 10 crías para una sola temporada. Los pares reproductores para la temporada de 1981 consistían de tres pares tradicionales y un par que posiblemente procreaba por primera vez. El par tradicional que no procreó en el 1980, por causas desconocidas, aceptó un nido mejorado (extensión plástica de PVC) preparado en el otoño de 1980 y procrearon exitosamente. El atractivo del sitio por lo menos por dos parejas adicionales, presumiblemente jóvenes, nos levante el optimismo referente al resultado de la temporada reproductiva de 1982.

Reproducción de Cotorras Cautivas

Las cotorras puertorriqueñas cautivas produjeron 22 huevos, de los cuales 7 eran fértiles, 4 sacaron y 2 polluelos sobrevivieron. Uno de estos se crió silvestre y el otro se sumó al material reproductor cautivo. Las cotorras de la Española produjeron 36 huevos. De estos, 26 eran fértiles, 10 sacaron y 8 polluelos sobrevivieron. Como parte de un experimento utilizando cotorras de la Española para desarrollar métodos para aumentar la producción de huevos, los huevos de las hembras se retiraban según eran puestos. Todos, excepto uno de éstos eran fértiles y nueve sacaron a pesar de la pobre incubación de este año. A esta hembra se le permitió conservar su huevo número 20 para determinar si ella podía anidar durante un término completo (26-27 días) sobre sus últimos huevos. Al efecto ella incubó sus huevos número 20 y 21 durante el período completo de incubación. Esto estimuló la esperanza de la sincronización de cotorras de la Española usadas como padres adoptivos a los polluelos o huevos de la cotorra puertorriqueña.

Estudios sobre el *Margarops fuscatus*

En Puerto Rico, el *Margarops fuscatus* (una amenaza seria a las cotorras que anidan), entre un grupo de otras especies de aves "paserinas y no paserinas" es atacado por un parásito (Muscidae: *Philornis* sp.). La presencia

RESEARCH IN WILDLIFE

WAYNE ARENDT BIOLOGICAL TECHNICIAN

The wildlife program continues its research and management efforts in the restoration of the endangered Puerto Rican Parrot (*Amazona vitatta*). This work is cooperative with the U.S. Fish and Wildlife Service and the P.R. Department of Natural Resources. Biological studies involving major and potential threats to the parrot's preservation are also well under way. Research in the reproductive ecology of the Pearly-eyed Thrasher (*Margarops fuscatus*) and its associated ectoparasite, the warble fly (*Philornis* sp.), is in its fourth year. Research in the population dynamics and reproductive biology of the Red-tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*) is in its second year. Long-term avian community studies on Puerto Rico and elsewhere in the Caribbean are also continuing.

Outcome of the 1981 Parrot Breeding Season

Four pairs of wild parrots produced eggs in 1981. The known old female of one pair again laid her 3 traditionally thin-shelled eggs, none of which hatched. The remaining three pairs successfully fledged 9 chicks (3 eggs at each nest). With the fostering of one captive-produced chick into a wild nest, an all-time program high (1968 to present) of 10 fledglings for a single season was obtained. Breeding pairs for the 1981 season consisted of three traditional pairs and a possible first-time breeding pair. The traditional pair that did not breed in 1980 for unknown reasons, accepted an improved nest site (PVC plastic extension) placed in the fall of 1980 and bred successfully. Site tenacity by at least two additional, and presumed young, parrot pairs raises optimism for the outcome of the 1982 breeding season.

Captive Breeding of Parrots

Captive Puerto Rican Parrots produced 22 eggs, of which 7 were fertile, 4 hatched, and 2 chicks survived. One chick was fostered into the wild and the other was added to the captive breeding stock. Hispaniolan Parrots produced 36 eggs, of which 26 were fertile, 10 hatched, and 8 survived. As part of an experiment using Hispaniolan Parrots to develop methods of increasing egg production, the eggs of one female were removed as they were laid. All but one of these were fertile and nine hatched despite overall poor hatchability this year. This female was allowed to keep her twentieth egg to determine if she would sit on her late eggs full-term (26-27 day incubation span). She did incubate her numbers 20 and 21 eggs for the full incubation period, thus encouraging the hope of synchronizing Hispaniolan Parrots used as foster parents to Puerto Rican Parrot chicks (or eggs).

Studies on the Pearly-eyed Thrasher

In Puerto Rico, the Pearly-eyed Thrasher (a major threat to nesting parrots), among an array of other passerine and non-passerine bird species, is parasitized by a warble fly (Muscidae: *Philornis* sp.). The instance of parasitism on thrashers and other species appears much higher in moist and wet broadleaf forests than in dry forests, possibly being influenced by temperature and, more importantly, humidity. The frequency and degree of larval infestations in nestling birds

del parasitismo en *Margarops* y en otras especies, aparenta ser más alto en bosques de hoja ancha, húmedos o muy húmedos que en los bosques secos, posiblemente afectados por la temperatura y de mayor importancia, la humedad. La frecuencia y grado de infección de larvas en los pichones aumenta según la época de la reproducción avanza. En poblaciones de *Margarops* sobre los 700 m en el Bosque Experimental de Luquillo la infección y mortalidad de los polluelos llega al 100% temprano en junio según la población de las moscas alcanza su mayor abundancia.

Para poder comparar diferencias en desarrollo entre polluelos de *Margarops* sanos y con parásitos, se escogieron muestras al azar con 37 polluelos en cada una de dos categorías (sin parásitos vs. muchos parásitos). Usando cuatro o cinco parámetros de crecimiento se demostró diferentes grados de desarrollo entre ambos grupos. Solamente la parte superior del pico aparentemente no fue afectado por la infección de larvas. Se encontró que los polluelos parasitados pesaban considerablemente más que los no parasitados, a menos que la infección de los recién nacidos fuera sumamente severa cuando los polluelos pesaban menos de lo normal y morían dentro de una semana. Los polluelos parasitados pesaban más que los sin parásitos debido al incremento en biomasa (peso) de las larvas infectoras.

El largo y la rapidez de crecimiento de la úlna (hueso del ala) y del tarsus (hueso de la pata) es mayor en polluelos sin parásitos.

El largo de las plumas es notablemente más corto cuando el asintota de su curva de crecimiento es alcanzada en algún individuo fuertemente parasitado. También la aparición primera de la pluma en crecimiento puede retrasarse uno o dos días en aves fuertemente parasitadas. Sin embargo, el crecimiento de la primaria #9 a menudo era igual en polluelos con o sin parásitos.

Es evidente que el parasitismo de la mosca es un factor importante en reducir la reproducción de la población del *Margarops fuscatus* en el bosque pluvial.

Otras Actividades Investigativas

El sitio tradicional de poner anillas en el Bosque Estatal y Reserva Biosférica de Guánica, ahora en existencia durante nueve años, fue visitado durante tres días en enero de 1981 y otra vez en julio cuando se llevaron a cabo las operaciones. La captura de muchos individuos de especies colonizadoras conocidas demuestra que la comunidad de aves se está recobrando de las condiciones de sequía prevalecientes en años pasados.

En enero cuatro individuos de cuatro especies diferentes *Todus mexicanus*, *Myiarchus stolidus*, *Dendroica adelaidae* y *Setophaga ruticilla* fueron recapturados desde 1974 y por lo tanto tenían un mínimo de siete años de edad. Además de representar una longevidad considerable en pequeñas especies pase-rinas (excluyendo el *Myiarchus* no paserino), tres de los cuatro pájaros fueron recapturados dentro de los 30 m del sitio original de captura, lo que sugiere que las especies residentes mantienen una distribución restringida.

Un *Myiarchus* recapturado en Guánica durante la operación de poner anillas en el mes de julio demostró que se le habían puesto anillas en el 1973 y por lo tanto estableció un mínimo de 8 años rompiendo el récord existente de 7 años para la especie.

Acuerdos Cooperativos

En el 1981 se estableció formalmente el acuerdo cooperativo para estudiar el *Buteo jamaicensis* en el Bosque Experimental de Luquillo con el Dr. Stanley Temple y Eduardo Santana de la Universidad de Wisconsin. La información que se obtenga de este estudio ayudará a evaluar y a mitigar los efectos de la depredación del halcón (*Buteo*) sobre la población de la cotorra puertorriqueña. En enero de 1981 Eduardo y Lloyd Keith (también de la Universidad de Wisconsin) prepararon mapas de los territorios de estos halcones (*Buteo*) en el bosque y calcularon sus hábitos en la caza de presas. Se encontró que las laderas en el este, a barlovento, sostienen una densidad de 0.5 pares/km². Algunos pares aparentemente limitan sus movimientos en un área de 1 km². El *Buteo jamaicensis* en el bosque parece que dedica más tiempo cazando en vuelo que lo que hacen aves del mismo grupo en América del Norte. Censos tomados en carreteras en la colindancia este del bosque sugieren que las densidades de esta especie podrían ser igualmente altas en pastos y terrenos de cultivo adyacentes al bosque.

En octubre de 1981 el proyecto sobre *Buteo jamaicensis* se continuó. La efectividad de distintas técnicas de atrapamiento están siendo evaluadas. Los halcones atrapados serán equipados con radio-transmisores y entonces liberados para así estudiar sus movimientos en el bosque. También se está realizando una búsqueda intensiva de sus nidos para luego llevar récords de las tasas de crecimiento y sobrevivencia de los polluelos y para determinar la dieta de estos halcones del bosque.

A principios de 1981 el Programa de Vida Silvestre del Instituto facilitó ejercicios de entrenamiento para dos biólogos de Santa Lucía. Un dasónomo y un especialista en vida silvestre fueron instruidos en las técnicas de campo y de procreación en cautiverio utilizadas en Puerto Rico en el Programa de Restauración de la Cotorra. Poco tiempo después viajé a Santa Lucía para ayudar a iniciar un programa piloto de manejo para restaurar el número decreciente de la cotorra de Santa Lucía (*Amazona versicolor*). En la Reserva Quillesse, la principal área de cotorras, los censos esperanzadoramente mostraron que las poblaciones post-huracanes eran más altas de lo esperado. Se construyeron siete nidos-cajas artificiales, los que se localizaron en los sitios tradicionales de anidar. Aquí las cavidades naturales de anidar habían sido destruidas por fuertes ventarrones. A lo largo de la época de reproducción de la cotorra de 1981 se observaron cotorras de Santa Lucía inspeccionando los nidos artificiales de cajas y muchos pares se mantuvieron tenazmente en estos sitios. Esto aumenta nuestro optimismo sobre el resultado de la época de reproducción de 1982.

Además de la cotorra, el gobierno de Santa Lucía está interesado en proteger toda su poco conocida y a menudo endémica avifauna. Considerando los estudios biológicos futuros los dasónomos fueron instruidos en el uso de las innumerables técnicas de censo (transecciones, localización de puntos en mapas y uso de mallas) empleados en estudios de comunidades de aves. Para

increase as the breeding season progresses. In thrasher populations above 700 m in the Luquillo Experimental Forest, infestation and chick mortality reach 100% by early June as fly populations reach their highest numbers.

To compare growth rates between parasitized and unparasitized thrasher chicks, a random sample of 37 nestlings in each of the two categories (heavy vs. no parasite load) was chosen. Four of five growth parameters showed differential growth rates between the two groups. Only the culmen grew seemingly unaffected by larval infestation.

Parasitized chicks were found to weigh considerably more than unparasitized chicks unless infestation was extremely heavy just after hatching, at which time the chicks weighed less than normal and died within a week. Parasitized chicks weighed more than unparasitized chicks because of the increased biomass (weight) of the infesting larvae.

Overall length and length growth rate of the ulna (arm bone) and tarsus (leg bone) are greater in unparasitized chicks.

Feather length is noticeably shorter when the asymptote in its growth curve is reached in some heavily parasitized individuals. Also, the first appearance of the growing feather may be postponed by a day or two in heavily parasitized birds. However, growth rates of primary #9 were often similar in both parasitized and unparasitized thrasher chicks.

It is evident that warble fly parasitism is a major factor lowering the reproductive success of the rain forest population of Pearly-eyed Thrasher.

Other Research Activities

The traditional banding site in The Guánica State Forest Biosphere Reserve, now 9 years old, was visited and operations were conducted for three days in January 1981 and again in July. The capture of many individuals of known colonizer species demonstrates that the avian community is recovering from the heavy drought conditions that persisted in past years. In January, four individuals of four different species: Puerto Rican Tody (*Todus mexicanus*), Stolid Flycatcher (*Myiarchus stolidus*), Adelaide's Warbler (*Dendroica adelaidae*), and American Redstart (*Setophaga ruticilla*) were recaptured from 1974 and, thus, all were a minimum of 7 years old. Besides representing considerable longevities in small passerine species (excluding the non-passerine tody), three of the four birds were captured within 30 m of the original capture site, suggesting that resident species maintain restrictive home ranges.

During the July banding operations in Guánica, a Stolid Flycatcher was recaptured and found to have been banded in 1973, thus being a minimum of 8 years-old and breaking the existing 7-year-old record for the species.

Cooperative Agreements

In 1981 the cooperative agreement for studying Red-tailed Hawks in the Luquillo Experimental Forest was formally established with Dr. Stanley Temple and Eduardo Santana from the University of Wisconsin. The information obtained

from this study will aid in assessing and mitigating the effects of Red-tailed Hawk predation on the Puerto Rican Parrot population. In January of 1981, Eduardo and Lloyd Keith (also from the University of Wisconsin) mapped the territories of Red-tailed Hawks in the forest and quantified their foraging behavior. It was found that the eastern windward slopes maintain a density of at least 0.5 pairs/km². Some pairs apparently restrict their movements to an area of 1 km². The Red-tailed Hawks in the forest seem to spend more time hunting by flying than Red-tailed Hawks in North America. Road censuses conducted on the eastern boundary of the forest suggest that hawk densities might be equally high in cultivated and pasture lands adjacent to the forest.

In October 1981, the Red-tailed Hawk project resumed. Presently, the effectiveness of different trapping techniques is being assessed. The trapped red-tails will be equipped with radio-transmitters and then released to study their movements in the forest. An intensive search for nests is also being conducted for the subsequent recording of growth rates and survival of nestlings and to determine the diet of these forest-dwelling hawks.

Early in 1981, the Institute's wildlife program hosted training exercises for two St. Lucian biologists. A forester and a wildlife specialist were instructed in field and captive breeding techniques followed in the Puerto Rican Parrot restoration program. Shortly thereafter, I traveled to St. Lucia to aid in the initiation of a pilot management program to restore the dwindling numbers of the St. Lucia Parrot (*Amazona versicolor*). At the Quillesse Reserve, the main parrot area, censuses encouragingly revealed post-hurricane populations to be higher than expected. Seven artificial nest boxes were constructed and placed at traditional nest sites where the natural nesting cavities had been destroyed by heavy wind damage. Throughout the 1981 parrot breeding season, St. Lucian Parrots were observed inspecting the artificial nest boxes and many pairs maintained a nest-site tenacity which greatly increases optimism for the outcome of the 1982 breeding season.

In addition to the parrot, the St. Lucian government is interested in preserving all of its little-known and often endemic avifauna. In light of future biological studies, foresters were instructed in the use of the numerous census techniques (transects, spot mapping, mist netting) employed in avian community studies. To demonstrate the use of mist nets as a sampling tool, three distinct habitat types were visited: rain forest, coastal scrub, and disturbed (a banana plantation and pastureland bordering a marsh). Of the 16 species netted, no sub-specific differences were noted between populations inhabiting highland (rain forest) and lowland (coastal scrub and disturbed) areas. However, in the sampled population of the common but little-studied Lesser Antillean Bullfinch (*Loxigilla noctis*), sexual dimorphism was revealed between adult males and adult females. A one-sided alternate t-distribution test of mean body weight and wing chord of 30 individuals of each sex showed males to be significantly larger than females ($p < .05$). Banding results showed highland forest bird populations to suffer from much higher instance of ectoparasitism (*Mallophaga* and an unfamiliar dipteran larva) than coastal populations. This follows the same trend shown on Puerto Rico.

hacer una demostración en el uso de mallas como un medio de muestreo se visitaron tres distintos hábitats: bosque pluvial, chaparral o maleza costera y áreas alteradas (una plantación de banano y terreno de pasto bordeando un pantano). De las 16 especies encontradas no se notaron diferencias sub-específicas entre poblaciones habitando terreno montañoso (bosque pluvial) y bajuras (maleza costera y área alterada). Sin embargo, en la muestra incluyendo el común pero poco estudiado *Loxia noctis* se reveló dimorfismo sexual entre machos y hembras adultos. Una distribución-t, alterna de un solo lado entre machos y hembras adultos, como una prueba del promedio de peso del cuerpo y cordón del ala de 30 individuos de cada sexo, demostró que los machos eran significativamente más grandes que las hembras ($p > .05$). Los resultados del uso de anillas demostró que las poblaciones de aves de las alturas sufren de mayores ataques de ectoparasitismo *Mallophaga* y una poco conocida larva de díptero que las poblaciones de la costa. Esto sigue la misma tendencia que en Puerto Rico.

En julio, por medio de un acuerdo mutuo, llegó un voluntario procedente de los Cuerpos de Paz de la República Dominicana para recibir entrenamiento y experiencia de campo en estudios de aves. Ayudó en varios estudios de largo alcance en poner anillas en comunidades de aves en bosques secos y en bosques muy húmedos a través de la isla. Su entrenamiento continuó cuando el Dr. Alex Cruz de la Universidad de Colorado y yo visitamos la República Dominicana en agosto para ayudar a coordinar el estudio de los voluntarios de los Cuerpos de Paz referente al daño que ocasiona el pájaro carpintero al cacao y para evaluar la parte que juegan las distintas especies de pájaros residentes en la pérdida del cacao.

Durante la operación de poner anillas conducida en la República Dominicana incluimos tres tipos mayores de hábitat; maleza erofítica (Montecristi), bosque húmedo de hojas anchas (San Francisco de Macorís) y plantaciones de pinos (Constanza). En la localidad de Montecristi reconocimos un gran número de pájaros nativos (y una especie migratoria norteamericana). También reconocimos el poco conocido y endémico *Microligea palustris*. La *Dendroica discolor* constituye una temprana llegada a sus lugares de invernación ya que la mayoría arriba tarde en septiembre y temprano en octubre. La mayoría de los pájaros capturados estaban teñidos con el jugo del cacto (*Opuntia* sp.) reflejando la escasez de agua en el área. En el bosque húmedo de hoja ancha entre otras se capturó el endémico *Dulus dulus*, una especie anómala (mono-familiar) sin afinidades cercanas. Cerca de Valle Nuevo, más arriba de Constanza a una elevación de ca 2,300 m, capturamos individuos del endémico y poco conocido *Corduelis dominicensis* (perteneciente a la población desconyuntada del Gorrión sudamericano) y del *Zonotrichia capensis*. Ambas especies, entre otras, están en peligro inminente de extinguirse (extirparse en el caso del gorrión) debido a la destrucción generalizada del hábitat a lo largo de las montañas centrales.

Al viajar a lo largo de la costa norte desde la Bahía de Samaná hasta Montecristi, en el extremo noroeste, notamos que dos especies parasitarias están aumentando su extensión dentro del país y aumentando rápidamente en número. El *Molothrus bonariensis* se ha extendido a lo largo del país y ahora ha llegado a Haití. El *Passer domesticus* se ha extendido desde un puñado residente en Montecristi a través del norte y del centro del país. Desde Cabrera hasta Manzanillo, en zonas urbanas, encontramos nidos con huevos y crías. Si no se inician medidas adecuadas de control, esta especie indeseable se propagará por todo el país en el futuro inmediato.

In July, a joint agreement brought a Dominican Republic Peace Corps volunteer to Puerto Rico for training and field experience in avian studies. He assisted in various long-term avian community banding studies in wet and dry forests throughout the island. His training was continued when Dr. Alex Cruz from the University of Colorado and I visited the Dominican Republic in August to aid in coordinating the Peace Corps volunteer's study of woodpecker damage to cacao and the evaluation of the role that resident bird species play in cacao losses.

During bird banding operations conducted in the Dominican Republic, three major habitat types were sampled: Xerophytic scrub (Montecristi); moist broadleaf forest (San Francisco de Macorís); and pine plantations (Constanza). At the Montecristi site a large array of native (and one North American migrant) bird life was sampled, including the little-known endemic green-tailed ground warbler (*Microligea palustris*). The migrant, a Prairie Warbler, (*Dendroica discolor*), represents an early arrival to its wintering grounds since most individuals arrive in late September and early October. Most of the birds captured were stained with the juice of cacti (*Opuntia* sp.), reflecting the scarcity of fresh water in the area. Within the moist broadleaf forest, the captures included the endemic Palm Chat (*Dulus dulus*) an aberrant species (monofamilial) with no close affinities. Near Valle Nuevo above Constanza at an elevation of ca. 2,300 m, individuals of the endemic and little-known Antillean Siskin (*Carduelis dominicensis*) and of the disjunct population of the South American sparrow, the Rufous-collared Sparrow (*Zonotrichia capensis*) were captured. Both species, among others, are in imminent danger of going extinct (extirpation in the case of the sparrow) because of widespread habitat destruction throughout the central highlands.

Traveling along the north coast from the Samaná Bay area to Montecristi in the extreme northwest, I noted that two pest bird species are expanding their ranges within the country and are increasing rapidly in number. The shiny cowbird (*Molothrus bonariensis*) has spread throughout the country and is now in Haiti. The House Sparrow (*Passer domesticus*) has spread from a handful residing in Montecristi throughout the north and central regions of the country. Nests with eggs and young were found in urban settings from Cabrera to Manzanillo. Without the initiation of appropriate control measures, these undesirable species will spread throughout the country within the near future.

ESTUDIOS ESPECIALES

FRANK H. WADSWORTH DASONOMO DE INVESTIGACIONES

El trabajo en la preparación de un libro de texto sobre La Producción Forestal para la América Tropical ha continuado a través del año. El bosquejo del libro cubre el terreno forestal como base, objetivos de producción, productividad forestal primaria, el cultivo de los bosques secundarios, repoblación forestal, la integración de los bosques y de otros cultivos y necesidades de investigaciones relacionadas. La tarea ha resultado grande debido a la diversidad de las fuentes de información, gran parte procedente del otro hemisferio. El libro, que se publicará en inglés y en español, está dirigido a la instrucción a nivel universitario en la América Tropical.

Se ha completado un año en la recolección de datos en el Bosque Subtropical Muy Húmedo en relación al estudio sobre El Crecimiento de Bosques Tropicales Secundarios, parte de El Hombre y la Biosfera. Se han establecido 18 parámetros para algunos 1,600 árboles de 18 especies para los cuales existen en los archivos, por lo menos, 25 años de medidas de diámetro del pasado. Se sometieron 300 árboles de tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl) a análisis preliminares.

Los coeficientes de correlación lineal más importantes obtenidos de estos análisis siguen al variable independiente dado primero en orden:

| | <u>r</u> |
|--|-------------------------|
| declive/área basimétrica del rodal | 0.16 (++) ^{1/} |
| declive/d.a.p. del tallo | 0.24 (++) |
| declive/raíces tabulares | 0.13 (n.s.) |
| d.a.p./posición en el dosel | 0.74 (++) |
| d.a.p./altura del fuste útil | 0.57 (++) |
| d.a.p./diámetro de copa | 0.65 (++) |
| d.a.p. inicial/d.a.p. 25 años más tarde | 0.94 (++) |
| declive/crecimiento área basimétrica por árbol, por ciento | -0.21 (++) |
| d.a.p. inicial/crecimiento área basimétrica por árbol, por ciento | -0.25 (++) |

El crecimiento en área basimétrica por árbol para todos los árboles aparentemente culmina en una proporción de diámetro de la copa/d.a.p. de cerca de 20. Para un análisis completo de los datos es necesario esperar tomar medidas a cerca de 400 árboles o más.

^{1/} significativo a un nivel de 1% o más alto

SPECIAL STUDIES

FRANK H. WADSWORTH RESEARCH FORESTER

Work on a textbook on Forest Production for Tropical America has continued throughout the year. Reference work is essentially completed. The book outline covers the forest land base, production objectives, primary forest productivity, the culture of secondary forests, artificial reforestation, the integration of forest and other crops, and related research needs. The task has proven large because of the diversity of source information, much of it from the eastern hemisphere. The volume, to appear in both English and Spanish, is directed toward university level instruction in tropical America.

The Man and the Biosphere study of Tree Growth as a Guide to Management of Secondary Tropical Forest has completed a full year of data collection in the subtropical wet forest. Eighteen parameters have been recorded for some 1,600 trees of 18 species for which at least 25 years of past diameter growth measurements are on file. Three hundred trees of tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl.) were subjected to preliminary analysis.

The more important linear correlation coefficients from these analyses follow the independent variable given first in order:

| | <u>r</u> |
|---|-------------------------|
| steepness/stand basal area | 0.16 (++) ^{1/} |
| steepness/stem d.b.h. | 0.24 (++) |
| steepness/buttreassing | 0.13 (n.s.) |
| d.b.h./tree crown class | 0.74 (++) |
| d.b.h./stemwood height | 0.57 (++) |
| d.b.h./crown diameter | 0.65 (++) |
| initial d.b.h./d.b.h. 25 years later | 0.94 (++) |
| stepness/basal area growth per tree, percent | -0.21 (++) |
| initial d.b.h./basal area growth per tree, percent | -0.25 (++) |

Basal area growth per tree for all trees appears to culminate at a crown diameter/d.b.h. ratio of about 20. Full analysis of the data is to await collection of measurements on about 400 more trees.

^{1/} (++) means significance at 1% level or higher.

OTRAS ACTIVIDADES

ARIEL E. LUGO Y JOANNE FEHELEY ECOLOGO DE INVESTIGACIONES Y TECNICA DE BIBLIOTECA

Durante el 1981 el personal del Instituto de Dasonomía Tropical (ITF) completo 30 publicaciones sobre investigaciones, presentó varias ponencias en comités o grupos de trabajo del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y nacionales e internacionales; proveyó asesoramiento en dasonomía a los gobiernos de Alemania, Panamá, Kenia, República Dominicana, Santa Lucía, Jamaica, Martinica, Trinidad, Brasil y Estados Unidos.

Nuestros muchos visitantes incluyeron al Dr. Brian Payne de la Oficina Central del MAB de Unesco en Paris; Dr. Ernesto Medina del Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas; Dr. Norbert Stein de Alemania nos visitó en relación al estudio del CO₂; Dra. Sandra Brown, profesora del Departamento de Dasonomía de la Universidad de Illinois; y el Dr. Carl F. Jordan del Instituto de Ecología (TIE) en Athens, Georgia. También nos visitaron durante el año el Dr. David Harcharick del Programa de Asistencia Forestal del Servicio Forestal Federal (AID) en Washington, D.C.; Dr. M.M. Larson de la Estación de Investigaciones Agrícolas de Ohio; Dr. Peter Murphy, profesor de Botánica en la Universidad del Estado de Michigan; Sr. E.E. Poupon, Director Regional de la Oficina Nacional de Bosques en Martinica y los Sres. Robert Anderson y Pat Berry de la Oficina de Dasonomía Privada del Servicio Forestal Federal en Asheville, Carolina del Norte y Harold Arnold de Alemania, estudiante graduado en dasonomía.

El Instituto continuó en su función como centro de entrenamiento técnico relacionado con los bosques tropicales y su manejo. Las actividades específicas de entrenamiento incluyeron lo siguiente: entrenamiento en la silvicultura de la teca en el Bosque Estatal de Cambalache para el personal de dasonomía del Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico; entrenamiento forestal, incluyendo conferencias y trabajo de campo para los miembros de los Cuerpos de Conservación para Adultos Jóvenes (YACC) en los Bosques Estatal de Carite, Toro Negro y Río Abajo; entrenamiento durante cinco días a los voluntarios de los Cuerpos de Paz de Santa Lucía y San Vicente sobre manejo de bosques; consultoría en trabajo a nivel graduado a estudiantes de las Universidades de Puerto Rico, Georgia, Syracuse y Michigan en biología, ecología y manejo forestal. También se ofrecieron conferencias a grupos de estudiantes en la Universidad Católica de Ponce, Puerto Rico.

En marzo arribó una clase de la Universidad de Pennsylvania y durante su estadía trabajaron en la biblioteca y conferenciaron con el personal. En octubre dimos la bienvenida a José Luis Montesinos, proveniente del Servicio Forestal de Honduras (CODHEFOR). El señor Montesinos es un dasónomo en la Estación Experimental de Lancetilla que forma parte de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

A solicitud de la Agencia Internacional de Comunicaciones de Estados Unidos, Frank H. Wadsworth dictó una serie de nueve conferencias sobre conservación forestal a agencias de gobierno, estudiantes universitarios y al público en general y sirvió de consultor a altos funcionarios gubernamentales en la Ciudad de Panamá. La Cuenca del Canal de Panamá constituyó el tema principal.

OTHER ACTIVITIES

ARIEL E. LUGO AND JOANNE FEHELEY

RESEARCH ECOLOGIST AND LIBRARY TECHNICIAN

During 1981, the Institute of Tropical Forestry staff completed 30 research publications, presented several papers in commonwealth, national and international committees or working groups; and provided advice in forestry to governments of Germany, Panama, Kenya, Dominican Republic, St. Lucia, Jamaica, Martinique, Trinidad, Brazil and the USA.

Visitors included Dr. Brian Payne of Unesco's MAB Headquarters in Paris; Dr. Ernesto Medina of the Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas; Dr. Norbert Stein from Germany who was here in relation to the study of CO₂; Dr. Sandra Brown, professor at the University of Illinois' School of Forestry; and Dr. Carl F. Jordan of The Institute of Ecology (TIE), Athens, Georgia. Also here during the year were Dr. David Harcharik of the U.S. Forest Service's Forestry Support Program (AID), Washington, D.C.; Dr. M. M. Larson of the Ohio Agricultural Research Station; Dr. Peter Murphy, Botany professor at Michigan State University; Mr. E. E. Ponpon, Regional Director of the National Office of Forests, Martinique; Messrs. Robert Anderson and Pat Berry of State and Private Forestry, U.S. Forest Service, Asheville, N.C.; and Harald Arnold, graduate forestry student from Germany.

The Institute continued its function as a center for technical training concerning tropical forests and their management. Specific training activities included the following: Teak silviculture training in the Cambalache State Forest for forestry personnel of the P.R. Department of Natural Resources; forestry training, both field and lecture, for Young Adult Conservation Corps (YACC) enrollees in the Carite, Toro Negro, and Río Abajo State Forests; five-day training to Peace Corps volunteers from St. Vincent and St. Lucia on forest management; counseling on graduate work in forest biology, ecology and management for students from the University of Puerto Rico, University of Georgia, Syracuse University, University of Michigan, and lecturing to student groups at the Catholic University at Ponce, P.R. In March, a class from the University of Pennsylvania arrived, and during their stay, worked in our library and conferred with the staff. In October, José Luis Montesinos of the Honduras Forest Service (CODHEFOR) arrived to spend one year in training. Mr. Montesinos is a forester at the Lancetilla Experiment Station, which is part of the National School of Forest Science.

At the request of the U.S. International Communications Agency, Frank H. Wadsworth presented a series of nine talks on forest conservation to government agencies, university students, and the general public and provided consultation to high government officials in Panama City. A major topic was the conservation of the Panama Canal Watershed.

Wayne Arendt of our wildlife research program gave a presentation to the St. Lucia Natural History Society on highlights of the St. Lucian Parrot restoration program. Training exercises were also given during his visit to St. Lucia. At the Universidad Autónoma de Santo Domingo in the Dominican Republic, the faculty, students and interested public heard from Arendt about the plight of the endangered Hispaniolan Parrot and possible countermeasures

Wayne Arendt, miembro de nuestro programa de investigación en vida silvestre disertó ante la Sociedad de Historia Natural de Santa Lucía sobre los puntos sobresalientes del programa de restauración de la cotorra de Santa Lucía. También se ofrecieron ejercicios de entrenamiento. La facultad y estudiantes de la Universidad Autónoma de Santo Domingo en la República Dominicana y el público interesado se enteraron de la difícil situación de la amenazada cotorra de la Española y sobre posibles remedios para salvarla. Durante su estadía en la República Dominicana Arendt fue entrevistado por la prensa local. También se ofrecieron charlas acerca de nuestro programa de investigación sobre la vida silvestre a grupos en la isla de Dominica y en las Universidades de Miami, Florida y de Puerto Rico.

Durante el 1981 el Instituto patrocinó una serie de seis seminarios sobre varios temas relacionados con nuestros proyectos y co-patrocinó, con el Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico, un simposio sobre las tierras húmedas de Puerto Rico.

La Sociedad de Dasonomos Americanos disfrutó durante tres días de la Post-conferencia de la Excursión Forestal de Puerto Rico, incluyendo a 30 miembros de la Sociedad. Estos fueron acompañados por miembros del Instituto de Dasonomía Tropical, del Bosque Nacional del Caribe y del Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico a visitar el Bosque Pluvial, áreas bajo agricultura nómada, plantaciones forestales, áreas recreativas, bosques secos y a los manglares.

Frank H. Wadsworth continua editando el ISTF News, una publicación trimestral de la Sociedad Internacional de Dasonomos Tropicales y distribuida por la Sociedad de Dasonomos Americanos. Durante el 1981 se aumentó a 8 páginas y se reprodujo en español y en inglés. Se incluyeron 61 artículos cortos, editoriales, críticas o análisis de la literatura corriente, e informes escritos por el editor. Actualmente hay 825 subscriptores representando 80 países.

La biblioteca del Instituto de Dasonomía Tropical adquirió 101 libros nuevos durante el año 1981 y por medio de sus acuerdos de intercambio de información a través del mundo añadió cientos de publicaciones técnicas y científicas a los archivos geográficos. Nuestra lista de envíos para la Carta Anual aumentó a un total de 2,500 nombres durante este año. También recibimos más de un millar de solicitudes escritas pidiendo información adicional y/o publicaciones.

En junio, JoAnne Feholey asistió en Atlanta, Georgia a una reunión patrocinada por la Biblioteca Nacional de Agricultura. Dos de los temas principales en dicha reunión fueron nuestra participación mutua en los medios más económicos y rápidos de proveer el material solicitado a los clientes a través del Sistema Regional de Entrega de Documentos (NAL) y la metodología más moderna de la transferencia de la información técnica. SOUTHFORNET es un componente de la transferencia de información técnica. Esto es una red de información desarrollada hace un año por el Servicio Forestal de los Estados Unidos. En sí, es un medio de alertar a los empleados del Servicio

to save it. Talks on our wildlife research program were also given to groups on the island of Dominica and the Universities of Miami, Florida, and Puerto Rico.

In 1981, the Institute sponsored a series of six seminars on its various projects, and co-sponsored a symposium with P.R. Department of Natural Resources on the wetlands of Puerto Rico.

The Society of American Foresters enjoyed a three-day Post-Conference Forestry Tour of Puerto Rico for 30 members of the Society. Staff from the Institute of Tropical Forestry, the Caribbean National Forest, and the P.R. Department of Natural Resources guided them through visits to the rain forest, areas under shifting agriculture, timber plantations, recreation areas, dry forests, and mangroves.

The ISTF News, a quarterly organ of the International Society of Tropical Foresters and published by the Society of American Foresters, continues to be edited by Frank H. Wadsworth. During 1981, it was expanded to 8 pages and reproduced in Spanish as well as English. Included were 61 short articles, editorials, reviews of current literature, and reports written by the editor. The number of subscribers is now 825 and represents 80 countries.

The ITF library acquired 101 new books during 1981, and through its worldwide information exchange agreements, also added hundreds of scientific and technical publications to the geographical files. The mailing list for the Annual Letter increased this year to a total of 2,500 names. More than a thousand written requests for additional information and publications were filled during the year.

In June, JoAnne Feheley attended a meeting in Atlanta, Georgia, sponsored by the National Agricultural Library. Two of the main topics at this meeting were mutual participation in more economic and rapid means of providing requested material to library users through NAL's Regional Document Delivery System, and the latest methodology of technical information transfer. One component of the technical information transfer is SOUTHFORNET. This is an information network developed one year ago by the U.S. Forest Service as a means of alerting Forest Service employees and subscribing commercial organizations related to forestry to the most recent technical and scientific information. Requests for references shown on SOUTHFORNET's monthly alert publication are filled, and computer searches are also provided. While in Georgia, the Southern Forest Experiment Station's librarian, Linda Korb, and Feheley visited the SOUTHFORNET offices at the University of Georgia at Athens and met with its coordinator and her staff.

The Caribbean National Forest, which is also the Luquillo Experimental Forest used by the Institute, has throughout 1981 been developing a long-term plan of land use, with participation by representatives of the Institute, including Ariel E. Lugo, Barbara B. Cintrón, and Frank H. Wadsworth. Much of the effort has been concerned with concept and process, but a contribution of the Institute was the development of a composite map integrating life zones, forest types, soils, and steepness. From this, the conditions most in need of investigation, currently and in the future, were identified and consolidated

Forestal y a las organizaciones comerciales suscribientes y relacionadas a la dasonomía sobre la información técnica y científica más reciente. Las solicitudes por referencias incluidas en la publicación mensual de alertas de SOUTHFORNET se llenan y también se proveen búsquedas computarizadas de la Estación Experimental Forestal del Sur. Linda Korb y JoAnne Fehleley visitaron las oficinas de SOUTHFORNER, sitas en la Universidad de Georgia en Athens, Georgia. Allí se entrevistaron con el coordinador y su personal.

El Bosque Nacional del Caribe es a la vez el Bosque Experimental de Luquillo utilizado por el Instituto. Aquí se ha estado desarrollando durante el 1981 un plan de uso de la tierra de largo alcance con la participación de representantes del Instituto, incluyendo a Ariel E. Lugo, Barbara Cintrón y Frank H. Wadsworth. Gran parte de este esfuerzo ha tenido que ver con conceptos y procesos, pero el Instituto ha contribuido con un mapa compuesto que integra zonas de vida, tipos de bosques, suelos y declive. De esta base las condiciones más necesarias de investigación, al presente y en el futuro, se identificaron y se consolidaron en áreas naturales propuestas para investigaciones no destructivas, bosques secundarios necesarios para estudios ecológicos y silviculturales y plantaciones de especies maderables existentes y de especial valor para la investigación. La documentación corriente del plan no es todavía final. Este propone un síntesis íntima de la investigación en manejo de bosques del Instituto (ITF) con el manejo del bosque en el Bosque Nacional del Caribe (CNF) en 16 áreas distintas dentro del bosque.

La revisión en curso del Manual de Silvicultura del Servicio Forestal de Estados Unidos requiere que se incluyan especies tropicales selectas de Puerto Rico con potencial maderero. El personal del Instituto de Dasonomía Tropical (ITF) contribuyó con los capítulos referentes a ocho especies. Estas incluyen *Cedrela odorata* (Cedro español), *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav), Oken (capá prieto o capá), en colaboración con Justin Stead perteneciente al Instituto de Dasonomía de la Comunidad en la Universidad de Oxford en Gran Bretaña; *Manilkara bidentata* (ausubo), *Tabebuia heterophylla* (roble blanco), *Calophyllum calaba* (María), *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne & Planch (yagrumo macho o matchwood), *Cecropia peltata* (yagrumo hembra o trumpet-tree), en colaboración con Susan Silander perteneciente al Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico y *Dacryodes excelsa* (tabonuco).

Para cada especie se ha descrito la distribución natural, clima, suelos y topografía y la cubierta forestal asociada. También se han considerado los aspectos de su ciclo de vida, incluyendo florecida y fructificación, producción de semillas y su diseminación, desarrollo de las plantas de semilleros, reproducción vegetativa, crecimiento y producción en el estado desde poste hasta la madurez, sistema de raíces, reacción a la competencia y los agentes dañinos. También se proveyeron secciones en genética y en usos especiales y además una lista de la literatura incluyendo las referencias de mayor importancia.

into proposed natural areas for non-destructive investigations, secondary forests needed for ecological and silvicultural studies, and existing timber plantations of special research value. The current documentation of the plan, not yet final, proposes an intimate synthesis of ITF timber management research with CNF timber management on 16 distinct areas within the forest.

The current revision of the U.S. Forest Service Silvics Manual calls for the inclusion of select tropical species from Puerto Rico with timber potential. The ITF staff contributed the chapters for eight species. The include *Cedrela odorata* (cedro or Spanish cedar); *Cordia alliodora* capá prieto or capa), co-authored with Justin Stead of the Commonwealth Forestry Institute at Oxford University in Great Britain; *Manilkara bidentata* (ausubo or bulletwood); *Tabebuia heterophylla* (roble blanco or white cedar); *Calophyllum calaba* (maría); *Didymopanax morototoni* (yagrumo macho or matchwood); *Cecropia peltata* (yagrumo hembra or trumpet-tree), co-authored with Susan Silander of the Puerto Rico Department of Natural Resources; and *Dacryodes excelsa* (tabonuco or candlewood).

For each species, native range, climate, soils and topography, and associated forest cover were described. Aspects of life history including flowering and fruiting, seed production and dissemination, seedling development, vegetative reproduction, growth and yield in the pole stage to maturity, rooting habit, reaction to competition and damaging agents were considered. Sections on special uses and genetics along with a literature list of the most important references were provided.

Table 1. Activities participated in by Institute staff during 1981.

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ° Symposium on the Wetlands of Puerto Rico ° Seminar Series of the Institute of Tropical Forestry ° U.S. Fish and Wildlife Service Symposium on the Service's Function in Wildlife Work ° Sociedad Puertorriqueña de Ciencias Agrícolas (SOPCA) ° Island-wide Lecture to Science Students ° Meeting of P.R. Planner's Association ° The P.R. Ornithological Society, San Juan ° Symposium on the Fauna of Puerto Rico, Humacao ° Papers given concerning the avifauna of the Caribbean Region to the biology departments of both the Mayaguez and Río Piedras campuses of the University of Puerto Rico ° The P.R. Natural History Society on avifauna of the Caribbean Region | <ul style="list-style-type: none"> ° American Institute of Biological Sciences, Ecological Society of America Annual Meeting, at Indiana, 2 papers ° American Chemical Society Annual Meeting, New York ° U.S. Department of Energy Review of CO₂ Program Meeting, Washington, D.C. ° Society of American Foresters Session on World Forestry at Annual Conference, Orlando, FL ° Society of American Foresters Post-Conference Tour of Puerto Rico ° Advisory to CO₂ Program at Oak Ridge, TN | <ul style="list-style-type: none"> ° MAB Conference (10th anniversary), Paris ° Annual General Meeting of Caribbean Conservation Association, Santo Domingo, Dominican Republic ° Wildlife Conservation Conference, Ministry of Agriculture, Roseau, Dominica ° Lecture at the Mediterranean Agronomic Institute, Zaragoza, Spain ° Consultation in Argentina on daming of Paraná River |

Table 2. Committees or delegations with Institute staff participation. Chairmanship by Institute staff is indicated by (*).

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|---|---|--|
| ° Coastal Zone Management Program of the P.R. Department of Natural Resources | ° U.S. Fish and Wildlife Service's Puerto Rican Parrot Recovery Team* | ° Editorial Board of <u>Vegetatio</u> |
| ° Puerto Rico Conservation Trust Advisory Group | ° MAB 7-B Directorate Meeting | ° Study Group on Silviculture of FAO North American Forestry Commission meeting held in Lehigh Acres, FL |
| ° University of Puerto Rico's Senior Advisory Committee | ° MAB-1 Meeting in Puerto Rico* | |
| ° P.R. Science Teachers' Association (President)* | ° World Forestry Committee of the Society of American Foresters, Washington, D.C. | |
| | ° National Academy of Sciences Committee on Research Priorities for the Humid Tropics | |

Table 3. Memoranda of understanding and cooperative agreements of the Institute of Tropical Forestry (signed in FY 81).

-
1. Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR)
 2. Louisiana State University
 3. Peace Corps, Eastern Caribbean
 4. Puerto Rico Department of Natural Resources (for cooperative research work)
 5. University of Florida
 6. University of Puerto Rico - Center for Energy and Environment Research
 7. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service (cooperative research on Puerto Rican parrot and other endangered wildlife of Puerto Rico)
 8. U.S. Department of State, The U.S. National Committee for Man and the Biosphere (Chairmanship MAB-1)
 9. World Wildlife Fund

A. ITF PUBLICATIONS -.1981

* Indicates reprints available at ITF

* Indicación de reimpresos disponibles para distribución de IDT

*Brinson, M.M., A.E. Lugo, and S. Brown. 1981. Primary and secondary productivity in wetlands. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12:123-161.

*Brown, S., G. Gertner, A.E. Lugo, and J. Novak. 1981. Carbon dioxide dynamics of the biosphere. p. 19-28 *in* W.J. Mitsch, R.W. Bosserman, and J.M. Klopatek (eds.). *Energy and ecological modelling*. Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam, Holland.

*Brown, S., and A.E. Lugo. 1981. Management and status of U.S. Commercial Marine Fisheries. Council on Environmental Quality, Washington, D.C. 45 p.

Brown, S., and A.E. Lugo. 1981. The role of terrestrial biota in the global CO₂ Cycle. American Chemical Society Division of Petroleum Chemistry Inc. Preprints 26(4):1019-1025.

Brown, S., and A.E. Lugo. 1981. Storage and production of carbon in tropical forests. *Bulletin of the Ecological Society of America* 62(2):62 (abstract).

Kandya, A.K., C.R. Venator, and E.F. Brunig. 1978. Seed and seedling characteristics in *Pinus caribaea* Mor. as geographical variation parameters: a view point. *Trop. Ecol.* 19(1):65-69.

*Ledig, F.T., and J.L. Whitmore. 1981. The calculation of selection differential and selection intensity to predict gain in a tree improvement program for plantation-grown Honduras pine in Puerto Rico. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-170. 7 p.

Ledig, F.T., and J.L. Whitmore. 1981. Heritability and genetic correlations for volume, foxtails, and other characteristics of Caribbean pine in Puerto Rico. *Silvae Gen.* 30(2-3):88-92.

*Liegel, L.H. 1981. Seasonal nutrition of 3- and 4-year-old *Pinus caribaea* foxtails and normal-branched trees in Puerto Rico. Ph.D. Thesis. North Carolina State Univ., Raleigh, N.C. Diss. Abstr. Int. 42(7).

*Lugo, A.E. 1981. The inland mangroves of Inagua. *J. Nat. Hist.* 15:845-852.

Lugo, A.E. 1981. Mangrove issue debates in courtrooms. Pages 48-60 *in* R.C. Carey, P.S. Markovits, and J.B. Kirkwood (eds.). *Proceedings U.S. Fish and Wildlife Service Workshop on Coastal Ecosystems of the Southeastern United States*. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington, D.C. FWS/OBS-80/59. 257 p.

- Lugo, A.E., and S. Brown. 1981. Almacenaje y producción de materia orgánica en los bosques de Puerto Rico (Potential storage and production of organic matter in Puerto Rican forests). p. 49-68 *in* Seventh Symposium of Natural Resources, P.R. Department of Natural Resources, San Juan, P.R. Also published as: Tropical forests as an energy source. Chapter V *in* Symposium Papers, Fuels and Environment from Tropical Biomass. UPR Center for Energy and Environment Research CEER-B-104; Nov. 24-25, 1980, San Juan, P.R.
- Lugo, A.E., and S. Brown. 1981. Ecological interpretation of atmospheric CO₂ data. Bulletin of the Ecological Society of America 62(2):61 (abstract).
- *Lugo, A.E., and S. Brown. 1981. Ecological monitoring in the Luquillo Experimental Forest Biosphere Reserve. Ambio 10(23):102-107.
- Lugo, A.E., and S. Brown. 1981. Tropical ecosystems and the human factor. A review of Myers, Norman. 1978. Conversion of tropical moist forests. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 205 p. *In* Unasylva 33(133):45-49.
- *Lugo, A.E., G. Cintrón, and C. Goenaga. 1981. Mangrove ecosystems under stress. Chapter 11, p. 129-153 *in* G.W. Barrett and R. Rosenberg (eds.). Stress effects on natural ecosystems. John Wiley and Sons Limited, Sussex, England.
- *Lugo, A.E., and J.F. McCormick. 1981. Influence of environmental stressors upon energy flow in a natural terrestrial ecosystem. Chapter 8, p. 74-102 *in* G.W. Barrett and R. Rosenberg (eds.). Stress effects on natural ecosystems. John Wiley and Sons Limited, Sussex, England.
- *Lugo, A.E., and G. Morris. 1981. La humanidad y los sistemas ecológicos. CIDIAT, Mérida, Venezuela. 112 p.
- *Lugo, A.E., F. Quinones Marques, and P.L. Weaver. 1980. La erosión y sedimentación en Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 16(2-4):143-165.
- *Lugo, A.E., R. Schmidt, and S. Brown. 1981. Tropical forests in the Caribbean. Ambio 10(6):318-324.
- Lugo, A.E., R.R. Twilley, and C. Patterson-Zucca. 1981. The role of black mangrove forests in the productivity of coastal ecosystem in south Florida. Final Report to U.S. Environmental Protection Agency. Center for Wetlands, University of Florida at Gainesville.
- Medina E., E. Cuevas, and P.L. Weaver. 1981. Composición foliar y transpiración de especies leñosas de Pico del Este, Sierra de Luquillo, Puerto Rico. Acta Científica Venezolana 32:159-165.
- *Schmidt, R., and P.L. Weaver. 1981. Tree diameter increment in the subtropical moist life zone of Puerto Rico. Turrialba 31(3):261-263.

Wadsworth, F.H. 1981. Management of a tropical forest. In Social and Economic Consequences of Natural Resources Policies with Special Emphasis on Biosphere Reserves. Proceedings of an International Seminar, April 8-13, 1980. Durango, Mexico, USDA Forest Service General Technical Report RM-88, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colorado. p. 50-51.

Wadsworth, F.H. 1981. Management under sound ecological principles. In F. Mergen (ed.), Tropical Forests: Utilization and Conservation. Yale University, New Haven. p. 168-180.

Wadsworth, F.H. 1981. Principles of management for sustained yield: evaluation and prospects. In Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de América Tropical. San José, Costa Rica, 11 al 17 de octubre de 1979, CONICIT & SCITEC. p. 81-88.

Weaver, P.L. 1981a. Ecological aspects and value of dwarf forest in the Caribbean. Caribbean Conservation News 2(8):13-16.

Weaver, P.L. 1981b. Growth and yield, and sample plot techniques in indigeneous forest of the American tropics. IUFRO/FAO Meeting on Growth and Yield in Mixed Tropical Forests at College of Forestry, Los Baños, Philippines. 53 p.

Weaver, P.L., and A.E. Lugo. 1981. Forestry in St. Lucia. Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, P.O. Box AQ, Río Piedras, Puerto Rico. (prepared for CARDI and USAID). 64 p.

Whitmore, ~~J.H.~~ 1981. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and Saint Croix: three years after outplant. p. 145-162. In Anais do I Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais. 1st. vol., 21-25 Oct., 1974. Univ. Fed. Vicosa, Vicosa, Minas Gerais, Brazil.

B. OTHER PUBLICATIONS (ALL AVAILABLE FOR DISTRIBUTION):

Briscoe, C.B. 1962. Tree diameter growth in the dry limestone hills. ITF Trop. For. Note No. 12. 2 p.

Briscoe, C.B., and R.W. Nobles. 1962. Height growth of mahogany seedlings. ITF Trop. For. Note No. 13. 2 p.

Briscoe, C.B., and R. Ybarra-Coronado. 1971. Increasing growth of established teak. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-13. 7 p.

Chudnoff, M., and E. Goytía. 1972. Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico (1972 Progress Report). U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-12. 28 p.

Chudnoff, M., and E. Goytía. 1967. The effect of incising on drying, treatability, and bending strength of posts. U.S. For. Serv. Res. Pap. ITF-5. 20 p.

- Chudnoff, M. 1972. Void volume wood: an any-tree-whole tree use concept. For. Prod. Jour. 22(6):49-53.
- Chudnoff, M., E.D. Maldonado, and E. Goytia. 1966. Solar drying of tropical hardwoods. U.S. For. Serv. Res. Pap. ITF-2. 26 p.
- Chudnoff, M., and T.F. Geary. 1973. On the heritability of wood density in *Swietenia macrophylla*. Turrialba 23(3):359-363.
- Chudnoff, M., and T.F. Geary. 1973. Terminal shoot elongation and cambial growth rhythms in *Pinus caribaea*. Comm. For. Rev. 52(4) No. 154, 317-324.
- Crow, T.R., and P.L. Weaver. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-22. 17 p.
- Englerth, G.H., and E.D. Maldonado. 1961. Bamboo for fence posts. Trop. For. Notes No. 6 (also in Spanish in "Apuntes Forestales Tropicales" No. 6).
- Ewel, J.J., and J.L. Whitmore. 1973. Ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-18. 79 p. plus map.
- Geary, T.F., H. Barres, and R. Ybarra-Coronado. 1973. Seed source variation in Puerto Rico and the Virgin Islands grown mahoganies. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-17. 24 p.
- Little, E.L., Jr., and R.O. Woodbury. 1980. Rare and endemic trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Cons. Res. Rep. No. 27. 26 p.
- Little, E.L., Jr., and R.O. Woodbury. 1976. Trees of the Caribbean National Forest, Puerto Rico. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-20. 27 p.
- Little, E.L., Jr., R.O. Woodbury, and F.H. Wadsworth. 1976. Flora of Virgin Gorda (British Virgin Islands). U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-21. 36 p.
- Longwood, F.R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guianas, and British Honduras. U.S. Dep. Agric., For. Serv., Agric. Hndbk. No. 207. 167 p.
- Maldonado, E.D. 1961. Peladora de postes de cadena ajustada. (Translation of "A tight chain post peeler" by W.N. Darwin). Apuntes Forestales Tropicales Núm. 8.
- Maldonado, E.D. 1962. Solar radiation used to dry mahogany lumber in Puerto Rico. U.S. For. Serv. Trop. For. Note No. 14. 2 p., 3 figs.

- Nobles, R.W., and C.B. Briscoe. 1966. Height growth of mahogany seedlings. U.S. For. Serv. Res. Note ITF-10. 3 p.
- Schubert, T.H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Tech. Rep. SO-27. 90 p.
- Venator, C.R., and J.E. Muñoz. 1974. Containerized tree production in the tropics. In Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68:334-335.
- Venator, C.R., and J.A. Zambrana. 1975. Extraction and germination of kadam seed. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-14A (revised).
- Venator, C.R. 1976. Natural selection for drought resistance in *Pinus caribaea* Morelet. Turrialba 26(4):381-387.
- Venator, C.R. 1976. A mutant *Pinus caribaea* var. *hondurensis* seedling incapable of developing normal secondary needles. Turrialba 26(1):98-99.
- Venator, C.R., C.D. Howes, and L. Telek. 1977. Chlorophyll and carotenoid contents of *Pinus caribaea* seedlings and inferences for adaptability. Turrialba 27(2):169-173.
- Venator, C.R., J.E. Muñoz, and N.F. Barros. 1977. Root immersion in water; a promising method for successful bare-root planting of Honduras pine. Turrialba 27(3):287-291.
- Venator, C.R. 1977. Formation of root storage organs and sprouts in *Pinus oocarpa* seedlings. Turrialba 27(1):41-45.
- Weaver, P.L. 1979. Tree growth in several tropical forests of Puerto Rico. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-152. 15 p.
- Whitmore, J.L. 1978. Bibliography on *Eucalyptus deglupta* Bl. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-17. 18 p.
- Whitmore, J.L. 1978. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and Saint Croix: establishment phase. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-16. 11 p.
- Whitmore, J.L., and G. Hinojosa. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-23. 8 p.
- Whitmore, J.L. 1972. *Pinus merkusii* unsuitable for plantations in Puerto Rico. Turrialba 22(3):351-353.
- Woodbury, R.O., and E.L. Little, Jr. 1976. Flora of Buck Island Reef National Monument (U.S. Virgin Islands). U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-19. 27 p.

Publications requests should be addressed to:

Pedidos de cualquiera de las publicaciones disponibles deben ser dirigidos a:

Southern Forest Experiment Station
USDA Forest Service
Institute of Tropical Forestry
P.O. Box AQ
Río Piedras, Puerto Rico 00928

Our regulations require that our mailing list be updated annually. IF ANY CORRECTION OF YOUR ADDRESS IS NECESSARY, PLEASE INDICATE BOTH YOUR CURRENT AND PREVIOUS ADDRESS AS OUR ADDRESSES ARE FILED BY GEOGRAPHICAL LOCATION.

* * *

Nuestros reglamentos requieren que la lista de distribución sea revisada anualmente. DE SER NECESARIO CORREGIR SU DIRECCION, FAVOR DE INDICARNOS TANTO SU DIRECCION ACTUAL COMO LA ANTERIOR DEBIDO A QUE NUESTRAS DIRECCIONES SON ARCHIVADAS POR LOCALIZACION GEOGRAFICA.

Current address
Dirección actual

Previous address
Dirección anterior

ANNUAL LETTER

1982-83



INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY

RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION

PSW FOREST AND RANGE
EXPERIMENT STATION

MAY 1984

STATION LIBRARY COPY

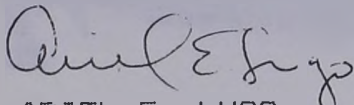
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS
SERVICIO FORESTAL
ESTACION EXPERIMENTAL SUREÑA
INSTITUTO DE DASONOMIA TROPICAL
Apartado Postal AQ
Río Piedras, Puerto Rico 00928
septiembre del 1983

Estimados amigos:

Esta Carta Anual, la cual resume el progreso de las investigaciones en el Instituto de Dasonomía Tropical, refleja dos cambios importantes de las cartas anteriores. En primer término, hemos cambiado la fecha de la Carta, del final del año calendario al final del año fiscal del Gobierno de los Estados Unidos. Esto nos ayuda al consolidar la preparación de esta Carta con todos los informes de progreso requeridos por nuestro gobierno. Por lo tanto, esta Carta cubre todo el periodo de 1982, además desde enero a octubre 1 de 1983. En segundo término, por el tipo de letra, es obvio que las computadoras han llegado al Instituto.

Agradeceremos se sientan libres a comunicarse con nosotros, en relación con cualquiera de los estudios descritos, y también que nos mantengan al tanto sobre sus propias investigaciones en el trópico.

Cordialmente,



ARIEL E. LUGO
Líder de Proyecto

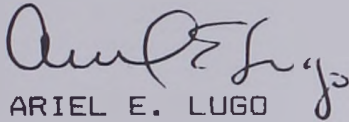
UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION
INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY
P.O. Box AQ
Rio Piedras, Puerto Rico 00928
September 1983

Dear Friends:

This Annual Letter summarizing research progress at the Institute of Tropical Forestry, reflects two important changes from previous ones. First, we have changed the date of the Letter from the end of the calendar year, to the end of the U.S. Government fiscal year. This helps us by consolidating the preparation of the Letter with all the progress reports that are required by our government. Thus, this Letter covers the period of all of 1982 plus January to October 1 of 1983. Secondly, by the letter type, it will be obvious that computers have invaded the Institute.

Please feel free to communicate with us regarding any of the studies we describe, and also keep us informed of your own research activities in the tropics.

Sincerely,



ARIEL E. LUGO
Project Leader

CARTA ANUAL DEL INSTITUTO DE DASONOMIA TROPICAL

1982-83

Tabla de Contenido

| | Pagina |
|---|--------|
| Investigaciones en el Cultivo de Plantaciones <i>L. H. Liegel</i> | 1 |
| Investigaciones en Bosques Naturales <i>P. L. Weaver</i> | 13 |
| Otros Estudios en Bosques y Plantaciones <i>A. E. Lugo</i> | 21 |
| Investigaciones sobre la Cotorra Puertorriquena <i>J. W. Wilev</i> | 29 |
| Otras Investigaciones sobre Vida Silvestre <i>W. J. Arendt</i> | 37 |
| Estudios Especiales <i>F. H. Wadsworth</i> | 41 |
| Otras Actividades <i>J. Fehelev y A. E. Lugo</i> | 47 |
| Apendice. Publicaciones del Instituto | 61 |

INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY ANNUAL LETTER

1982-83

Table of Contents

| | Pages |
|--|-------|
| Research in Plantation Culture <i>L. H. Liegel</i> | 6 |
| Research in Natural Forests <i>P. L. Weaver</i> | 12 |
| Other Studies in Natural and Plantations Forests <i>A. E. Lugo</i> | 20 |
| Puerto Rican Parrot Research <i>J. W. Wiley</i> | 32 |
| Other Wildlife Research <i>W. J. Arendt</i> | 38 |
| Special Studies <i>F. H. Wadsworth</i> | 42 |
| Other Activities <i>J. Fehleley and A. E. Lugo</i> | 48 |
| Appendix. ITF Publications | 61 |

INVESTIGACIONES EN EL CULTIVO DE PLANTACIONES

Leon H. Liegel
Científico en Investigaciones de Suelos

Investigaciones terminadas

A finales del 1982 se evaluó el crecimiento, producción y otros datos del rodal, pertenecientes a 28 plantaciones de pino Honduras (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en Puerto Rico. Dichas plantaciones estaban sin aclarar, sin manejo, y tenían de 4-14 años (véase las Cartas Anuales del 1978 y 1980). El mejor crecimiento en altura y en diámetro ocurrió en arcillas profundas que reciben 2200-2800 mm de lluvia anual, localizadas en tierras altas (500-1200 m) de elevación (Tabla 1). El incremento medio anual en volumen en tales suelos fue de 36 m³ (sobre la corteza) y 22, 22, 23 y 27 m³/año en suelos arenosos de altura, en arcillas poco profundas, en arcillas profundas de bajuras y en regiones de arenas de bajuras respectivamente. Hubo gran variabilidad en los factores del rodal, tales como porcentaje de rabeo de zorra; número de árboles con horquetas, torcidos e inclinados; proporción en el grueso de la corteza; y en el número de árboles superiores presentes (Tabla 2). Las diferencias regionales no fueron significativas.

Los resultados de pruebas de distancia entre plantas en pino Hondureño de 18-20 años, demostraron que la supervivencia promedio para todos los sitios y distancias entre plantas fue 82%, excluyendo dos parcelas que sufrieron daños producidos por huracanes durante el 1979 (Tabla 3). La supervivencia no estaba relacionada con los tratamientos de distancia entre plantas de 1.5, 2.1, 3.0 y 4.3 m, en forma triangular. La distancia entre plantas influyó sobre el crecimiento en diámetro en todos los cuatro sitios y afectó el crecimiento en altura en todos menos en un sitio. En las distancias cortas, el incremento medio anual en altura tuvo su máximo entre los 4.0 y 4.5 años en dos sitios y a los 7.2 años en los restantes dos sitios (Fig. 1). El incremento medio anual en diámetro en las distancias cortas llegó a su máximo aún antes, a los 3.0 a 3.5 años en sitios buenos, y a los 6.0 años en los dos sitios más pobres (Fig. 2). Cada sitio tenía árboles de 30 m o mayores. En los dos mejores sitios, árboles individuales alcanzaron 27 m a los 12 años.

Los efectos tempranos de la competencia de otros árboles en reducir ambos, la altura medio anual y el diámetro medio anual, especialmente en las distancias cortas, tiene varias implicaciones sobre el manejo. Los que más llaman la atención son: 1) subestimación del índice o calidad del sitio si se valora el crecimiento solamente en rodales densos (como ocurre más a menudo en la América Latina y en el Caribe), y 2) pérdidas significativas en el volumen de madera en rotaciones largas, cuando los administradores no realizan los aclareos antes de que se reduzca el incremento medio anual en altura y en diámetro. Durante el año 1979 en Puerto

Table 1. Height and diameter growth summary for 28 unthinned Honduras pine plantations studied in five regions in Puerto Rico.

| Region | n | Age range (years) | Mean annual increments | | | |
|------------------------|----|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | Plot | | Dominants | |
| | | | height (m) | diameter (cm) | height (m) | diameter (cm) |
| Lowland sands | 6 | 10-14 | 1.5 b ¹ | 1.7 b ¹ | 1.6 b ¹ | 2.0 b ¹ |
| Highland sands | 3 | 4-14 | 1.5 b | 1.7 b | 1.5 c | 1.8 c |
| Shallow clays | 2 | 11-14 | 1.2 d | 1.6 b | 1.3 d | 1.6 d |
| Lowland deep clays | 6 | 9-13 | 1.4 c | 1.6 b | 1.5 c | 1.9 b |
| Highland deep clays | 11 | 4-12 | 1.6 a | 2.1 a | 1.7 a | 2.2 a |
| Mean | 28 | | 1.5 | 1.8 | 1.6 | 2.0 |

¹ Values within columns having different letters are significantly different at 0.05 probability using Duncan's New Multiple Range Test.

Table 2. Summary of several stand parameters for 28 unthinned Honduras pine plantations studied in five regions in Puerto Rico.

| Regions | Foxtails | Forked | Crooked | Leaning | Epicormic branching | Live crown | Litter thickness | Bark ratio | No. of superior trees ¹ |
|------------------------------|----------|--------|---------|---------|------------------------|---------------|---------------------|---------------|--|
| | (%) | | | | | | (mm) | | |
| Lowland sands | 15 | 7 | 28 | 15 | 16 | 50 | 56 | 0.86 | 21 |
| Highland sands | 17 | 1 | 10 | 2 | 17 | 44 | 79 | 0.87 | 4 |
| Shallow clays | 17 | 3 | 13 | 8 | 13 | 52 | 90 | 0.87 | 4 |
| Low elevation deep clays | 18 | 8 | 21 | 2 | 5 | 51 | 56 | 0.85 | 20 |
| High elevation deep clays | 11 | 4 | 16 | 4 | 4 | 47 | 75 | 0.86 | 42 |
| Means (n=28) ² | 14 | 5 | 18 | 6 | 8 | 49 | 68 | 0.86 | |

¹ Based on selection intensity criteria established by Ledig and Whitmore (1981).

² Analysis of variance F-test for regional differences not significant for logarithmic and arcsine transformations for percent and other data.

Table 3. Survival and total and mean annual increment (MAI) cubic meter (m³) volumes of Honduras pine spacing trials in Puerto Rico.

| Site | Age (yr) | Triangular spacing (m) | Survival (%) | Volume | | | |
|-----------|-------------|------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|---|-------------------------|
| | | | | Total ¹ | Commercial ¹ | Total ¹ MAI (m ³) | Commercial ¹ |
| Caracoles | 20.0 | 1.5 | 71 | 740 | 562 | 37 | 28 |
| | | 2.1 | 71 | 737 | 540 | 37 | 27 |
| | | 3.0 | 79 | 782 | 563 | 39 | 38 |
| | | 4.3 | 88 | 613 | 439 | 31 | 22 |
| Utuaado | 19.0 | 1.5 | 17 ² | 186 ² | 141 ² | 10 ² | 7 ² |
| | | 2.1 | 46 ² | 653 ² | 474 ² | 34 ² | 25 ² |
| | | 3.0 | 79 | 584 | 423 | 31 | 22 |
| | | 4.3 | 75 | 640 | 457 | 34 | 24 |
| Guzmán | 19.1 | 1.5 | 58 | 960 | 710 | 50 | 37 |
| | | 2.1 | 88 | 990 | 723 | 52 | 38 |
| | | 3.0 | 83 | 741 | 535 | 39 | 28 |
| | | 4.3 | 83 | 518 | 371 | 27 | 19 |
| Lares | 18.0 | 1.5 | 87 | 888 | 675 | 49 | 38 |
| | | 2.1 | 87 | 858 | 630 | 48 | 35 |
| | | 3.0 | 92 | 867 | 625 | 48 | 35 |
| | | 4.3 | 92 | 807 | 576 | 45 | 32 |

¹Source: Voorhoeve (n.d.). Total volumes are outside bark, 0 cm top; commercial volumes are inside bark, 7.6 cm inside bark minimum top diameter.

²Data abnormally low in these two spacings because of 1979 hurricane damage.

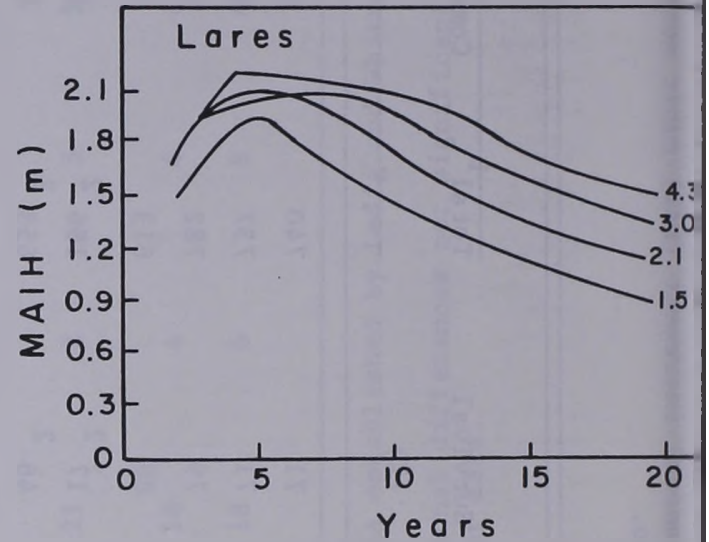
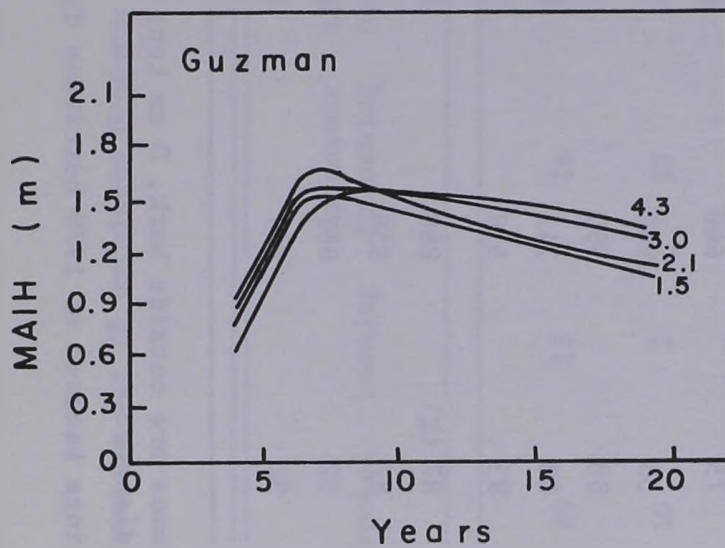
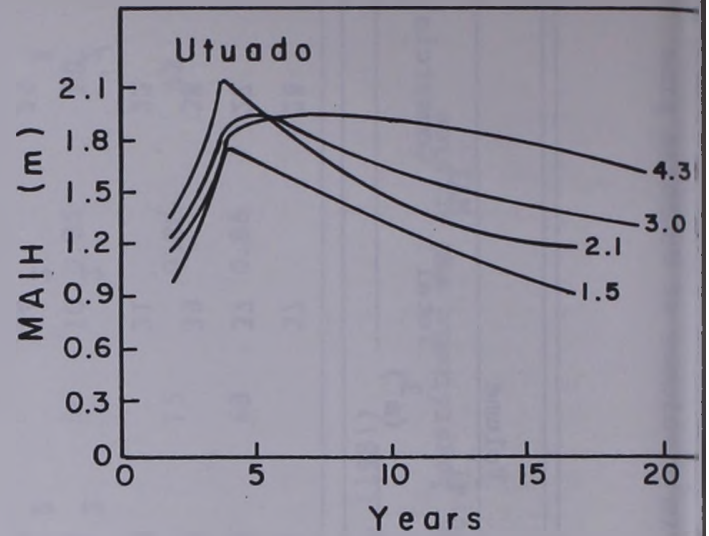
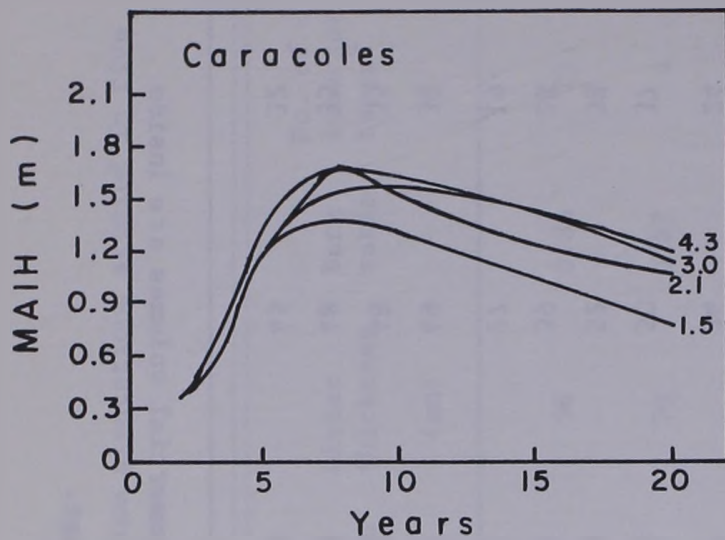


Fig. 1. Relationships of mean annual increment for heights(MAIH)of *P. caribaea* for 4 triangular spacings (m) at 4 locations in Puerto Rico.

RESEARCH IN PLANTATION CULTURE

Leon H. Liegel
Research Soil Scientist

Completed Research

In late 1982 growth, yield, and other stand data were evaluated for 28 unthinned, unmanaged Honduras pine (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) plantings in Puerto Rico. Plantings were 4- to 14-yr old (see 1978 and 1980 Annual Letters). Overall best height and diameter growth occurred on highland (500-1200 m) deep clay soils receiving 2200 to 2800 mm of annual rainfall (Table 1). Corresponding mean annual volume increment on such soils was 36 m³ (overbark), and 22, 22, 23, and 27 m³/yr respectively in highland sand, shallow clay, lowland deep clay, and lowland sand soil regions. A great variability appeared in stand factors like % foxtail; number of forked, crooked, and leaning trees; bark thickness ratios; and number of superior trees found (Table 2). Regional differences were not significant.

Results from 18- to 20-yr Honduras pine spacing trials showed mean survival for all sites and spacings at 82%, excluding two plots at one site suffering hurricane damage in 1979 (Table 3). Triangular spacing treatments of 1.5, 2.1, 3.0, and 4.3 m did not affect survival, but diameter growth at all four sites and height growth at all but one site were affected. At close spacings, mean annual height increments peaked at 4.0 to 4.5 yr on two sites and at 7.2 yr at the other two sites (Fig. 1). Mean annual diameter increments in close spacings peaked even earlier, at 3.0 to 3.5 yr on good sites and at 6.0 yr at the two poorer sites (Fig. 2). Each site had trees 30 m or taller. On the two best sites, individual trees reached 27 m by 12 yr. Early effects of competition on reducing both mean annual height and diameter growth, particularly at close spacings, have several managerial implications. The most striking are: 1) underestimating site index or site quality if growth assessments are made only in dense stands -- as are most often found in Latin America and the Caribbean, and 2) significant loss of wood volume over long rotations if thinnings are omitted before mean annual height and diameter increments decrease.

Analyses of 1979 rain/wind hurricane damage to *P. caribaea* and *P. oocarpa* provenance trials in Puerto Rico were made at six widely separated and environmentally diverse sites which showed 22% total (blowdown, lean, and breakage) damage for *P. caribaea* and 52% for *P. oocarpa* provenances. Blowdown damage alone averaged 2% for *P. caribaea* and 13% for *P. oocarpa*. In relating observed damage percent to selected site parameters, the following facts emerged: significant increase in damage for *P. caribaea* and *P. oocarpa* at higher elevations where

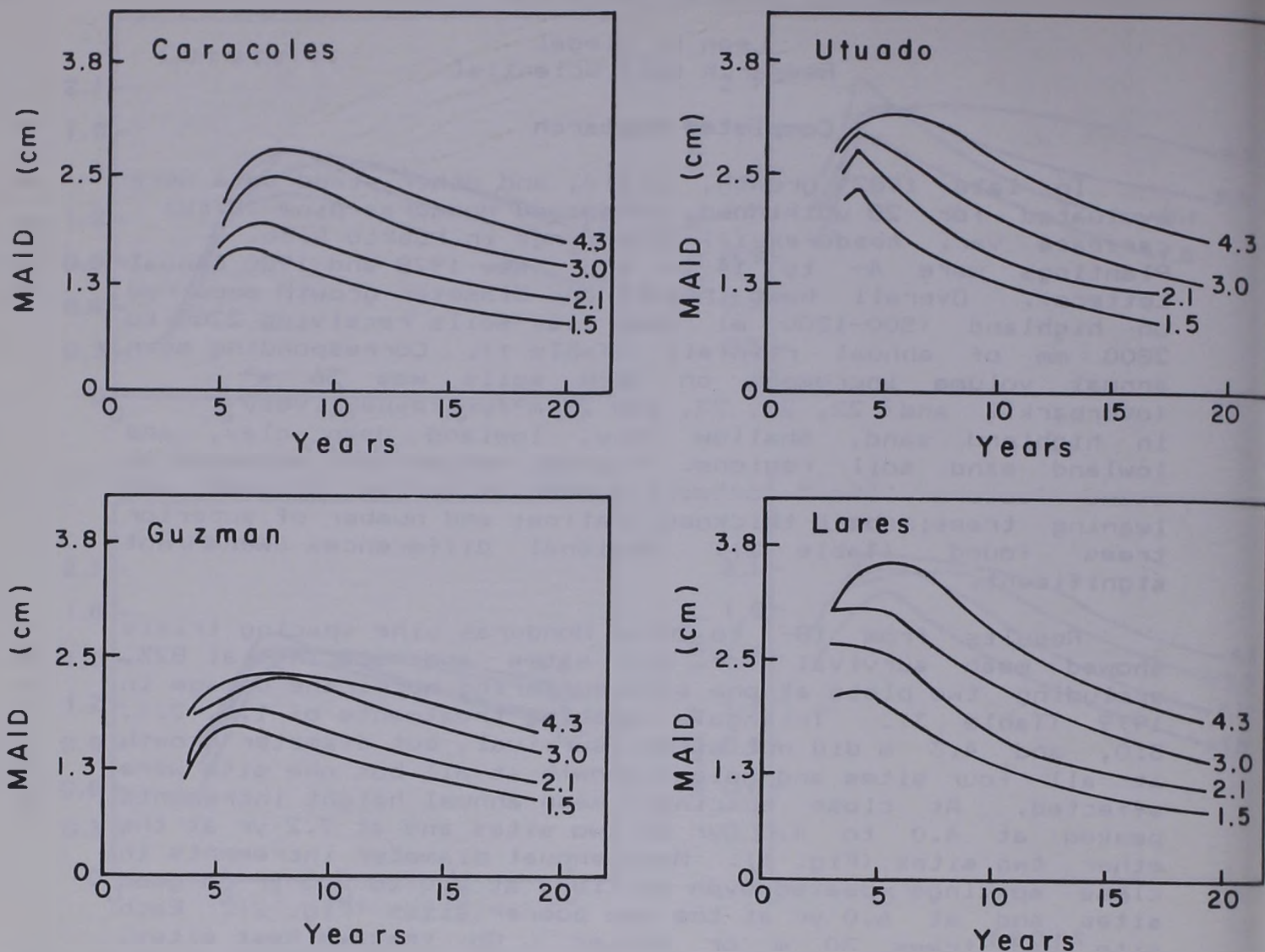


Fig. 2. Relationships of mean annual increment for diameters(MAID)of P. caribaea for 4 triangular spacings (m) at 4 locations in Puerto Rico.

more turbulent winds were generated; increasing damage in some damage classes with increasing site mean annual rainfall or 9-day rainfall during the hurricanes; more damage in trials with greater prehurricane mortality (an indirect indicator of density or spacing); and little stem, bole, or crown breakage normally associated with wind damage to conifers in other tropical and temperate areas.

A short-term consultancy with U.S.-AID's agroforestry outreach program in Haiti was undertaken to identify what soil/site factors were determining successes and failures of 3- and 10-month old agroforestry plantings in several regions of the Cul-de-Sac Plain around Port-au-Prince and elsewhere on the island. Field observations on soils at eight sites were made and 31 soil samples were collected for detailed physical and chemical analyses. Analyses and interpretations for these soils are still underway. Three conclusions derived from this assignment:

- Although a majority of the country's soils are derived from calcareous rock and alluvium, soils are also derived from igneous and conglomerate rocks. A thorough knowledge of all site factors, not just ease of access and ownership, is important before selecting demonstration and research areas supposedly typical of major soil/topographic complexes.

- Since the majority of Haiti's soils are derived from high base status and brittle calcareous rocks and alluvial materials, nutrient-poor soil is not the major limiting factor for agricultural or agroforestry development. Instead, the major limiting site factors are poor drainage and salt accumulation and very low annual precipitation under arid and semi-arid climates. Both factors will preclude crop or tree growth unless drainage ditches and irrigation are used. The other alternative is selection of agroforestry tree species that grow well under arid climates and poor drainage/high salt accumulation conditions.

- Uncontrolled grazing by goats and human-induced fires are limiting the use of agroforestry.

New Research

Extensive growth and yield data for Honduras pine will be collected in the field from plantings on diverse soils in Trinidad, Venezuela, Surinam, and Jamaica. This evaluation is being partially funded by USAID. Combining new yield and soils data with already-existing data from the same countries will allow development of a region-wide (Caribbean Basin) growth and yield model for unthinned, unmanaged Honduras pine stands, from 5- to 30-yr old.

Literature Cited

Ledig, F.T. and J.L. Whitmore. 1981. The calculation and selection intensity to predict gain in a tree improvement

Rico se hicieron análisis del daño causado por la lluvia y el viento huracanado en pruebas de procedencia de *P. caribaea* y *P. oocarpa*. Las evaluaciones en seis sitios bien distantes, y en ambientes diversos a lo largo de la isla, mostraron un 22% de daño total (derribados, inclinados y rotos) para las procedencias de *P. caribaea* y 52% para las de *P. oocarpa*. El daño debido a los árboles derribados promedió 2% para *P. caribaea* y 13% para *P. oocarpa*. Al relacionar el daño observado en términos de por ciento con los parámetros de los sitios seleccionados encontré lo siguiente: aumentos significativos en daños para *P. caribaea* y *P. oocarpa* a mayores elevaciones donde se generaron vientos de mayor turbulencia; aumento en el daño en algunas categorías de daño según aumenta la lluvia anual promedio o la lluvia caída en un término de 9 días durante los huracanes; mayor daño en aquellas pruebas con mayor mortalidad de prehuracán (un indicador indirecto de densidad o de distancia entre árboles); y poco rompimiento de los tallos, troncos y copas que normalmente se asocia con daños, debido a vientos en coníferas en otras áreas tropicales y en áreas templadas.

En Haití se llevó a cabo una consulta de corta duración con la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (AID) en un programa de agro-silvicultura para identificar cuáles factores de suelo y sitio determinaban éxitos y fracasos de plantaciones de agro-silvicultura de 3 y 10 meses de plantados en varias regiones del Llano de Cul-de-Sac, alrededor de Puerto Príncipe y en otros lugares de la isla. Realicé observaciones de campo sobre suelos en ocho sitios y recogí 31 muestras de suelos para hacer análisis químicos y físicos detallados; los análisis y las interpretaciones se están realizando todavía. De esta actividad se han derivado tres conclusiones:

- Aunque la mayoría de los suelos de Haití se derivan de roca calcarea y aluvión, también hay suelos derivados de rocas ígneas y de conglomerados. Es importante tener un conocimiento completo de todos los factores del sitio, no meramente facilidad de acceso y posesión, antes de hacer la selección final de áreas demostrativas y de investigación, supuestamente típicas de los principales complejos de suelo y topografía.

- Como la mayoría de los suelos de Haití se derivan de materiales altos en bases, y de rocas calcáreas quebradizas, y de material de aluvión, la falta de nutrientes en el suelo no es el mayor factor limitante para el desarrollo agrícola o agro-silvícola. En cambio, los principales factores limitantes del sitio son el drenaje pobre y la acumulación de sales, y una muy baja precipitación anual en climas áridos y semi-áridos. Ambos factores evitarán el crecimiento de cosechas o de árboles a menos que se utilice drenajes y regadío. La otra alternativa es que se seleccionen especies agro-silvícolas que crezcan bien en climas áridos y bajo condiciones de drenaje pobre y alta concentración salina.

program for **plantation**-grown Honduras pine in Puerto Rico.
U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-170, 7 p.

Voorhoeve, A.G. (n.d.). Volume tables of *Pinus caribaea*
var. *hondurensis*. Surinam Forest Service, Republic of
Surinam. (various paging).

- El uso de la agro-silvicultura está limitado por el pastoreo incontrolado de cabros, y por incendios inducidos por el ser humano.

Nuevas investigaciones

Se recopilarán amplios datos sobre el crecimiento y la producción en plantaciones de pino de Honduras en diversos suelos en Trinidad, Venezuela, Surinam y Jamaica. Esta evaluación está parcialmente sufragada por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (AID). La combinación de nuevos datos de producción y de suelos con datos ya existentes en estos países, permitirá el desarrollo de un modelo de crecimiento y producción de toda una región (Cuenca del Caribe) para rodales de pino de Honduras de 5-30 años sin aclarar o faltos de manejo.

RESEARCH IN NATURAL FORESTS

Peter L. Weaver
Research Forester

Research continued with trees and stands in secondary and primary forests, including studies mentioned in the last Annual Letter and subsequently published.

The Forest Resources of Puerto Rico (Birdsey and Weaver 1982)

By the mid-1940's, very little natural forest remained in Puerto Rico. Much farmland was abandoned to industrial development. Secondary forests invaded old pastures and croplands. About 3 yr ago, the Forest Service began to assess these new forest resources.

Of the 890,000 ha in Puerto Rico, 31% are classified as forest land. More than half of this quantity is found in the area excluded from the survey, i.e., portions of the island not considered to have commercial potential because of climate, slope, poor soils, or higher priority uses. Forest lands in the excluded portions were assessed by examination of aerial photos.

Of the 130,500 ha classed as timberland, nearly half is in secondary forest. Some 200 species were tallied, many of these reflecting prior land use for coffee shade, fruit production, or ornamental trees.

Active coffee shade forests contain fewer species than other forest classes, and a higher proportion of large, open-grown trees. Abandoned coffee plantations, in turn, support the highest timber volumes. Most of this volume however, is found in pole-timber-size trees or rough and rotten trees without current commercial potential. Young secondary forests, in contrast, appear to offer the best potential for forest management due to the presence of timber species among the growing stock trees in the smaller size classes.

An attempt was made to assess current potential for timber harvest. About a quarter of the timberland (31,000 ha), is considered adequate for exploitation. Ample opportunity exists for the practice of silviculture to enhance the productive potential of Puerto Rico's young forest resources.

Tree Diameter Increment in an Upper Montane Forest of Puerto Rico (Weaver 1982a)

Periodic annual diameter increment on a previously thinned small plot in the Colorado Forest (Upper Montane Forest *sensu* Beard) in southeastern Puerto Rico, averaged 0.25 cm/yr over 27 yr. Long-term increment was twice that

INVESTIGACIONES EN BOSQUES NATURALES

Peter L. Weaver
Dasonomo en Investigaciones

Se continuaron las investigaciones sobre árboles y rodales en bosques secundarios y primarios. La mayoría de los estudios que siguen se mencionaron en la última Carta Anual y subsiguientemente han sido publicados.

Los Recursos Forestales de Puerto Rico (Birdsey y Weaver, 1982)

A mediados de la década de los 40 quedaban muy pocos bosques naturales en Puerto Rico. Como consecuencia del desarrollo industrial se abandonaron muchas tierras agrícolas. Los pastos y las tierras de cultivo fueron invadidos por bosques secundarios. Aproximadamente hace tres años el Servicio Forestal empezó a evaluar estos nuevos recursos forestales.

De los 890,000 ha de tierras en Puerto Rico, 31% (278,000 ha) se clasifican como terreno forestal. Más de la mitad de esta cantidad se encuentra en áreas excluidas del estudio, ej. porciones de la isla que no se consideran de potencial forestal comercial debido al clima, declive, suelos pobres, o por usos de mayor prioridad. Los terrenos forestales en las partes excluidas se evaluaron por medio de fotografías aéreas.

De las 130,500 ha clasificadas como terrenos maderables, casi la mitad es bosque secundario. Se contaron algunas 200 especies, muchas de las cuales reflejaban el uso anterior de la tierra, ej. sombra para café, producción de árboles frutales u ornamentales.

Las arboledas activas de sombra de café contienen menos especies que las otras categorías de bosques y una proporción más alta de árboles grandes de copa extendida. Por su parte, las plantaciones de café abandonadas tienen el volumen de madera más alto. Sin embargo, la mayor parte de este volumen se encuentra en árboles de tamaño de postes o árboles podridos o inferiores que carecen de valor comercial potencial. Al contrario, los bosques secundarios jóvenes parecen ofrecer el mejor potencial para el manejo forestal debido a la presencia de especies maderables entre los árboles jóvenes en las categorías de menor tamaño.

Se hizo una tentativa de calcular el potencial actual para la cosecha maderera. Como un cuarto de los terrenos maderables (31,000 ha), se considera adecuado para la explotación. Existe, pues, una oportunidad amplia para la práctica de la silvicultura para mejorar el potencial productivo de los recursos forestales jóvenes de Puerto Rico.

recorded for other colorado forests on the island. Mortality exceeded ingrowth, and basal area growth averaged 0.63 m²/ha.yr, two-thirds of which occurred on residual stems and only one-third on ingrowth.

Tree Growth and Stand Changes in the Subtropical Life Zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico (Weaver 1983a)

Seven plots were studied in subtropical wet, subtropical rain, and lower montane wet forest life zones of the Luquillo Mountains. Records ranged from 28-30 yr. The subtropical lower montane rain forest in Luquillo was also studied for 4.6 yr. The number of stems, basal area, and volume, as well as species composition changes, were correlated with a past hurricane disturbance. Linear to convex patterns of volume and basal area recovery over time were observed in subtropical wet and rain forests life zones, while linear to concave patterns were found in lower montane wet forest life zone. These patterns appear related to differences in forest structure, the nature of disturbance, and recovery mechanisms.

Volume growth ranged from 0-5 m³/ha.yr, basal area from 0-0.6 m²/ha.yr, and diameter growth from 0.03-0.21 cm/yr. Diameter growth of species according to seral stage in a thinned, secondary plot in the subtropical wet forest life zone was compared with a climax plot in the same life zone. The thinned climax species grew twice as fast as controls, secondary species about 50% faster, and pioneer species only 10% faster than controls. Diameter growth of thinned climax subtropical lower montane wet forest, showed no appreciable difference from climax subtropical lower montane wet. Basal area and volume growth, in contrast, were considerably higher on the thinned plot. Thinning offers a means to enhance growth within the subtropical wet and lower montane wet forests. Slow growth on all undisturbed plots was attributed to high respiratory demand of forests approaching steady state, as well as to the physiognomy of the forests, low solar insolation, and poorly drained soils.

From 33 to 48 species were found on the undisturbed long-term plots, with Shannon-Weiner indices varying from 2.60 to 4.48. During the period of measurement, the number of species declined on the undisturbed plots while both thinned plots gained species. The losses were related to the gradual disappearance of pioneer species over time.

Watershed Management in the Caribbean Islands - An Outline of Principles and Concepts (Weaver 1982b)

As a contribution to the Proceedings of the First Workshop of Caribbean Foresters held in Castries, St. Lucia, an outline of watershed management principles and concepts was drafted. An idealized island, based on environmental

Aumento en diámetro en un bosque montano alto de Puerto Rico (Weaver, 1982a)

El aumento anual periódico en diámetro en una pequeña parcela previamente aclarada en el Bosque Colorado (Bosque Montano Alto *sensu* Beard) en el sureste de Puerto Rico, promedió 0.25 cm/año a lo largo de 27 años. A largo plazo, el incremento fue doble al observado en otros bosques tipo Colorado en la isla. La mortalidad excedió las incorporaciones suplementarias y el crecimiento en área basimétrica promedió 0.63 m²/ha.año. Dos terceras partes de la mortalidad ocurrió en tallos residuales y sólo un tercio en incorporaciones suplementarias.

Crecimiento de árboles y cambios en el rodal de zonas de vida subtropicales de las Montañas de Luquillo de Puerto Rico (Weaver, 1983a)

Se hicieron estudios en siete parcelas en las zonas de vida de las Montañas de Luquillo, incluyendo el bosque muy húmedo subtropical, pluvial subtropical y muy húmedo montano bajo. Los récords variaron entre 28-30 años. El bosque pluvial montano bajo subtropical también se estudió durante 4.6 años. El número de tallos, el área basimétrica y el volumen, tanto como los cambios en la composición de las especies fueron correlacionados con los disturbios debido al efecto de los huracanes. Se observaron patrones de lineales a coavexos de recuperación del volumen y del área basimétrica sobre el tiempo en las zonas de vida del bosque muy húmedo subtropical y pluvial subtropical; mientras que en la zona de vida del bosque muy húmedo montano bajo se encontraron patrones lineales a concavos. Estos patrones parecen relacionados a diferencias en la estructura del bosque y a la naturaleza de los mecanismos de disturbio y recuperación.

El crecimiento en volumen varió de 0-5 m³/ha.año, el del área basimétrica de 0-0.6 m²/ha.año y el crecimiento en diámetro de 0.03-0.21 cm/año. El crecimiento en diámetro de las especies de acuerdo con una etapa serial en una parcela de crecimiento secundario aclarada en bosque muy húmedo subtropical se comparó con una parcela en el clímax en la misma zona de vida. Las especies clímax aclaradas crecieron el doble de los controles, las especies secundarias como el 50% más rápido, y las especies pioneras solamente el 10% más rápido que los controles. El crecimiento en diámetro en el bosque clímax aclarado de tipo muy húmedo montano bajo subtropical no demostró una diferencia apreciable comparado con el bosque clímax muy húmedo montano bajo subtropical. En contraste, el crecimiento en área basimétrica y en volumen fue considerablemente más alto en la parcela aclarada. Los aclareos ofrecen un medio de estimular el crecimiento dentro de los bosques muy húmedo subtropical y muy húmedo montano bajo. El bajo crecimiento en todas las parcelas sin aclarar se atribuyó a la alta demanda respiracional de los bosques que se aproximan a un estado estable, tanto como la

data for the Lesser Antilles, was shown to have 4 theoretical divisions; conservation, catchment, use, and coastal zones. Typical research and water resource policy needs were indicated. Land management was involved in land zoning, silviculture, collection of basic information, and assistance in the formulation of water policy and law.

On-going Studies

The following studies were reported last year in the Annual Letter and are being continued:

Enrichment plantings (line planting). Starting in 1963, line plantings have been conducted on the Luquillo Forest, but these have never been assessed. Mahogany (*Swietenia macrophylla* x *mahoganii*) seedlings were used. Growth rates (diameter, height, volume, and biomass) and shoot borer damage are being assessed.

Colorado forest research. In the mid-1940's, several 1 acre (0.4 ha) plots were established in the Colorado Forest to determine diameter growth. After the mid-1950's, these plots were abandoned. Today, because growth rates are so slow, more than half of the stems still contain the tags formerly used to mark individual trees. Ingrowth, mortality, species composition changes over time, growth rates (diameter, height, basal area, volume, and biomass), herbivory rates, patterns of species occurrence, litterfall rates, and loose litter are being observed. The ultimate product will be a life history of the forest over the past 35 yr.

New Involvements

Iquitos, Peru. A paper on the assessment and management of secondary forests was contributed to the "Project of Assistance to Native Communities" sponsored by MAB-UNESCO and held from Nov. 15-24, 1983 in Iquitos, Peru. The inventory procedures for forest resources in Puerto Rico were reviewed and silvicultural alternatives for the improvement of species composition and growth -- liberation, thinning and line planting among others -- were discussed.

St. John. A vegetation study on the island of St. John, U.S. Virgin Islands, was initiated to survey the vegetation of the Cinnamon Bay watershed and the establishment of growth plots, to be discussed in more detail in subsequent Annual Letters.

FAO consultancy in the Tapajos Forest, Santarem, Brazil. The Tapajos Forest encompasses about 530,000 ha of which 170,000 will be managed for timber production by the Instituto Brasileiro de Desenvolvimento (IBDF). The forest is located just south of the confluence of the Tapajos and Amazon Rivers near the city of Santarem.

fisionomía de los bosques, a la poca exposición solar y a suelos de pobre drenaje.

En las parcelas de largo término, sin aclarar, con índices Shannon-Weiner variando entre 2.60 a 4.48, se encontraron de 33 a 48 especies. Durante el periodo de medición, el número de especies se redujo en las parcelas sin aclarar, mientras que en ambas parcelas aclaradas aumentó el número de especies. Estas pérdidas se relacionaron con la gradual desaparición de las especies pioneras en función del tiempo.

Manejo de cuencas hidrográficas en las Islas del Caribe - un esbozo de principios y conceptos (Weaver, 1982b)

Como una contribución a las Actas del Primer Taller de Dasonomos del Caribe, celebrado en Castries, Santa Lucía, se estableció un esquema de principios y conceptos en el manejo de las cuencas hidrográficas. Se concibió una isla idealizada basada en datos ambientales para las Antillas Menores y que demostró tener 4 divisiones teóricas, ej. conservación, recepción, uso y áreas costeras. Se puntualizaron las necesidades de política sobre recursos de agua e investigaciones típicas. La contribución del dasonomo como administrador de la tierra incluyó contribución a la zonificación del terreno, silvicultura, obtención de información básica y cooperación en la formulación de la política y la legislación del agua.

Estudios continuados

Los siguientes estudios fueron informados en la Carta Anual pasada y han sido continuados:

Plantaciones de enriquecimiento (plantación en líneas). Empezando en el 1963, se han llevado a cabo plantaciones en líneas en el Bosque de Luquillo pero estas nunca han sido evaluadas. Se ha usado la caoba (*Swietenia macrophylla* x *mahagoni*) utilizando plantas de vivero. Se está llevando a cabo una investigación de estas plantaciones donde se evalúa el crecimiento (en diámetro, altura, volumen y biomasa) y el daño causado por el taladrador del tallo.

Investigaciones en el Bosque Colorado. A mediados de la década de los cuarenta, se establecieron varias parcelas de ensayo de 1 acre (0.4 ha) en el Bosque Colorado para determinar el crecimiento en diámetro. A mediados de los años cincuenta estas parcelas se abandonaron. Debido a lo lento del crecimiento, al presente, más de la mitad de los tallos conservan las etiquetas usadas para marcar permanentemente los árboles individuales. Hemos estado observando los siguientes puntos: incorporaciones suplementarias, mortalidad, cambios en la composición de las especies con el tiempo, tasas de crecimiento (en diámetro,

Plantation, agroforestry, secondary forest enrichment plantings, and natural forest research activities were observed in the field. Study plans and proposed research and management activities were reviewed, and suggestions for additional ecological and forestry research, along with management consideration, were made (Weaver 1983b).

Literature Cited

Birdsey, R.A. and P.L. Weaver. 1982. The forest resources of Puerto Rico. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Resource Bulletin, SO-85, 59 p.

Weaver, P.L. 1982a. Tree diameter increment in an upper montane forest of Puerto Rico. *Turrialba* 32(2):119-122.

Weaver, P.L. 1982b. Watershed management in the Caribbean islands - an outline of principles and concepts. P. 72-82 in A.E. Lugo and S. Brown (eds.). *Forestry in the Caribbean*. U.S. MAB Report No. 7, Washington, D.C. 135 p.

Weaver, P.L. 1983a. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Res. Pap. SO-190, 24 p.

Weaver, P.L. 1983b. Forestry research in the Tapajos National Forest, Santarem, Brazil. FAO (FO: BRA/827008) Technical Report, Brasilia, Brasil. 71 p.

altura, área basimétrica, volumen y biomasa) y grados de consumo por herbívoros, patrones de presencia de las especies, diferencia en la caída de la hojarasca y la hojarasca suelta. El producto último será una descripción biológica del bosque durante los últimos 35 años, una contribución única al conocimiento del crecimiento y desarrollo de un bosque tropical.

Nuevos envolvimientos

Iquitos, Perú. Se preparó un informe sobre la evaluación y manejo de bosques secundarios como una contribución al "Proyecto de Asistencia a las Comunidades Nativas" auspiciado por MAB-UNESCO y celebrado de noviembre 15-24, 1983 en Iquitos, Perú. Aquí se revisaron los procedimientos usados en el inventario de los recursos forestales en Puerto Rico y se discutieron alternativas para el mejoramiento de la composición y el crecimiento de las especies, ej. liberación, aclareos y plantaciones en líneas.

St. John. Se inició un estudio de la vegetación en la isla de St. John, Islas Vírgenes Americanas. Este incluyó un reconocimiento de la vegetación de la Cuenca de *Cinnamon Bay*, y el establecimiento de parcelas para medir el crecimiento. En Cartas Anuales futuras este asunto se discutirá en mayor detalle.

Consultoría de la FAO en el Bosque Tapajos, Santarem, Brasil. El Bosque Tapajos incluye como 530,000 ha, de las cuales 170,000 se manejarán para la producción maderera por el Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). El bosque está localizado justamente al sur de la confluencia del Río Tapajos con el Amazonas, cerca de la ciudad de Santarem.

En el campo se observaron las siguientes actividades: plantaciones, agro-silvicultura, enriquecimiento de bosques secundarios e investigaciones en el bosque natural. Se revisaron los planes de estudio y las propuestas en investigaciones y actividades de manejo, y se hicieron sugerencias para investigaciones adicionales en ecología y en dasonomía, como también consideraciones sobre manejo forestal (Weaver, 1983b).

OTHER STUDIES IN NATURAL AND PLANTATION FORESTS

Ariel E. Lugo
Research Ecologist

The impact of Hurricane David on the forests of Dominica was measured 40 days after the hurricane struck the island on August 29, 1979, with winds averaging 92 km/h and lasting 10.2 h (Lugo et al. 1983). Sixteen 0.1-ha plots, located on a variety of slope and exposure conditions, representing 3 life zones and 11 plant associations, were studied. Measurements included tree diameter at breast height (dbh), total height, wood volume, and percent canopy closure of stand. Species and damage conditions noted showed severe damage, particularly to forests on the southern half of the island. Forty-two percent of the standing timber volume in the study areas was damaged at an average intensity of 27 m³/ha. About 5.1×10^4 timber trees were damaged in an area of 246 km². "Complex" vegetation was more resistant to hurricane damage than "simpler" vegetation. The climax *Dacryodes excelsa* Vahl associations suffered the least hurricane damage, while the palm brake suffered the most damage. Only one species (*Richeria grandis* Vahl) exhibited significantly higher hurricane damage. Trees in larger diameter classes tended to uproot with more frequency than smaller diameter trees, which tended to snap and break. Regrowth of seedlings and saplings was rapid on wet areas of the damaged sites. More species appeared on regenerating plots than on the undisturbed forest plots. The damage caused by Hurricane David is the most extensive reported to date anywhere, and damage to vegetation by hurricanes appears to be more extensive than damage by earthquakes and landslides. Owing to their high frequencies in the Caribbean, hurricanes induce cyclic plant successions.

Cooperator Migdalia Alvarez (1982) completed a thesis on the structure of five *Pterocarpus* forests in Puerto Rico (plates 1 and 2). She found that the structural characteristics of these freshwater swamps were regulated by hydrologic conditions. Unlike adjacent saltwater mangrove forests, basin *Pterocarpus* swamps had more complex structures than riverine swamps.

Cooperator Julia Perez (1982) completed a thesis on the distribution of epiphytes on trees of the palm forests of the Luquillo Mountains. She found that epiphyte abundance was a function of stem surface area and elevation. In addition, epiphytes exhibited preference towards certain host trees, perhaps due to the characteristics of their bark.

Studies of landslide vegetation by science teachers and their students suggested that the ferns are among the climax vegetation on land slides. This vegetation has a low (2.2) but variable (0-6) leaf area index, and low chlorophyll content (0.77 g/m²).

Otros Estudios en Bosques y Plantaciones

Ariel E. Lugo
Ecólogo de Investigaciones

El impacto del Huracán David sobre los bosques de Dominica se midió 40 días después que el huracán azotó la isla en agosto 29, 1979, con vientos de velocidad promedio de 92 km/h durante 10.2 h (Lugo y otros, 1983). Se estudiaron 16 parcelas de 0.1-ha cada una. Se localizaron en una variedad de condiciones de declive y de orientación, representando 3 zonas de vida y 11 asociaciones de plantas. Las medidas incluyeron el diámetro de los árboles a la altura del pecho (dap), altura total, volumen de madera, y por ciento de densidad de las copas en el rodal. Se tomó nota de las especies y del daño sufrido. El daño fue severo, especialmente en los bosques en la mitad sur de la isla. El 42% del volumen de la madera en pie en las áreas estudiadas sufrió daño con una intensidad promedio de 27 m³/ha. Como 5.1×10^4 árboles maderables sufrieron daño en un área de 246 km². La vegetación "compleja" resistió mejor el daño del huracán que la vegetación "más simple". El clímax consistente de las asociaciones *Dacryodes excelsa* Vahl sufrió el menor daño, mientras que los bosques de palmas fueron los más castigados. Solamente una especie (*Richeria grandis* Vahl) recibió un daño significativo mayor a causa del huracán. Los árboles de mayor diámetro tendieron a arrancarse con mayor frecuencia que los árboles de menor diámetro, los que tenían la tendencia a romperse súbitamente. El crecimiento de los arbolitos y brinzales fue rápido en áreas húmedas en los sitios que recibieron daño. Encontramos mayor número de especies en las parcelas en proceso de regeneración que en las parcelas libres de daño. El daño causado por el Huracán David es el más extenso informado hasta ahora. El daño a la vegetación causado por los huracanes parece ser más extenso que los ocasionados por los terremotos y los deslizamientos de tierra. En el Caribe, los huracanes debido a su frecuencia, inducen sucesiones cíclicas de plantas.

La cooperadora Migdalia Alvarez (1982) terminó una tesis sobre la estructura de cinco bosques de *Pterocarpus* en Puerto Rico (láminas 1 y 2). Encontró que las características estructurales de estos pantanos de agua dulce estaban reguladas por las condiciones hidrológicas. Distinto a los manglares adyacentes de agua salobre, los pantanos de *Pterocarpus* tenían una estructura más compleja que los pantanos de ribera.

La cooperadora Julia Pérez (1982) completó una tesis sobre la distribución de las epifitas en los árboles de los bosques de palmas de las Montañas de Luquillo. Ella encontró que la abundancia de las epifitas era una función de la superficie del tallo y de la elevación. Además, las epifitas exhibieron preferencia hacia ciertos árboles huéspedes, quizás debido a las características de su corteza.



Plate 1. Pterocarpus forest.

Los estudios de la vegetación en los deslizamientos de tierra, hechos por maestros de ciencias y sus estudiantes, sugieren que los helechos son parte de la vegetación clímax en tales derrumbes. Esta vegetación tiene un índice de área de hojas bajo (2.2) pero variables (0-6), y un contenido bajo en clorofila (0.77 g/m²).

Los estudios cooperativos con el Centro de Investigaciones en la Energía y el Ambiente, de la Universidad de Puerto Rico, continuaron. Estos tratan sobre la contribución de los bosques tropicales al ciclo de carbono en el mundo. La nota dominante de la investigación en este año fue una tesis por Ann Glubezynski (1982) sobre el contenido de carbono de los suelos tropicales bajo historiales de uso de tierra conocidos.

Se analizaron muestras de suelos de sitios bajo bosques y bajo cultivo en 3 zonas de vida en bosques subtropicales, en un esfuerzo para determinar los efectos del uso de la tierra y de la zona de vida sobre el contenido de carbono del suelo. En general, el contenido de carbono fue más alto en los sitios de bosques maduros (71-126 t/ha; 0-50 cm profundidad), especialmente aquellos en zonas de vida en bosques muy húmedos. Los sitios bajo agricultura tuvieron un contenido de carbono más bajo que aquellos bajo bosques maduros. La magnitud de las diferencias entre los sitios bajo cultivo y aquellos bajo bosques maduros variaron entre las zonas de vida y flucturaron entre 50% en las zonas de vida en bosques muy húmedos, a 75% en los bosques secos. Los sitios en pastos tuvieron niveles de carbono en el suelo comparables a los bosques maduros (71-112 t/ha, 0-50 cm profundidad). El contenido de carbono de bosques secundarios fue progresivamente más alto en rodales progresivamente más viejos. Aproximadamente a los 30-40 años, el contenido de carbono del suelo en bosques secundarios fue similar al de los bosques maduros en ambas zonas de vida, muy húmedas y secas.

En el estudio del bosque seco en Guánica (en cooperación con el Dr. Peter Murphy de la Universidad del Estado de Michigan) el Sr. Daniel Nepstad encontró que la biomasa de las raíces en este bosque (43.7 t/ha) era igual a la biomasa de la vegetación sobre el terreno (45 t/ha). Cuarenta por ciento de la biomasa de las raíces se incluía en la categoría de menos de 5 mm de diámetro. Las raíces estaban distribuidas mayormente en los primeros 20 cm del perfil del suelo (Fig. 1).

Se iniciaron investigaciones cooperativas con el Departamento Forestal de la Universidad del Estado de Carolina del Norte para analizar más detenidamente los datos obtenidos en todos los 20 años del estudio de distancia de plantación con pino de Honduras.

Cooperative studies with the Center for Energy and Environment Research, University of Puerto Rico, on the role of tropical forests in the world's carbon cycle continued. The highlight of this year's research was a thesis by Ann Glubczynski (1982) on carbon content of tropical soils under known land use histories.

Soil samples from forested and agriculture sites in 3 subtropical forest life zones were analyzed for soil organic carbon in an effort to determine the effects of land use and life zone on soil carbon content. In general, soil carbon was highest in the mature forest sites (71-126 t/ha, 0-50 cm deep), particularly in wet forest life zones. Agricultural sites had lower soil carbon contents than those in the mature forests. Differences between the cultivated sites and the mature forests varied by life zone, and ranged from 50% in the wet forest life zones to 75% in the dry ones. Pasture sites had levels of soil carbon comparable to mature forests (71-112 t/ha, 0-50 cm deep). The soil carbon content of secondary forests was progressively higher in progressively older stands. By approximately age 30-40 yr, the soil carbon content of secondary forests was similar to that of mature forests in both wet and dry life zones.

Mr. Daniel Nepstad (in cooperation with Dr. Peter Murphy of Michigan State University), found that the root biomass of the Guanica forest (43.7 t/ha) equaled the above ground biomass (45 t/ha). Forty percent of the root biomass was in the less than 5 mm diameter class. Roots were distributed mostly in the surface 20 cm of the soil profile (Fig. 1).

Cooperative research with the Forest Department at North Carolina State University was undertaken to analyze more thoroughly the entire 20-yr old Honduras pine spacing data set.

A representative from DANIDA in Denmark visited ITF in March 1983 to assess three 7- to 8-yr old teak trials in Puerto Rico and St. Croix, U.S. Virgin Islands. As part of DANIDA's regional assessment of teak established between 1975 to 1978, he and an ITF technician took data on height and overbark diameter growth, survival, branching, leaf surface roughness, flowering, and relative wood density (determined by a Pilodyn wood tester). Detailed data analyses and interpretations are now underway at DANIDA. Results from Puerto Rico will be compared to data from trials in other areas of the region.

Since commercially purchased Honduras pine seed now costs up to \$200/kg or more, establishing local seed orchards would be beneficial in reducing costs for long-term reforestation programs in Puerto Rico. With this idea in mind, cooperative work as follows was undertaken with the Forest Division of the P.R. Department of Natural Resources: a) to identify good seed/cone production areas in different regions of the island, and b) to improve cone and seed yields



Plate 2. Ecotone between pterocarpus
and adjacent terrestrial
forest.

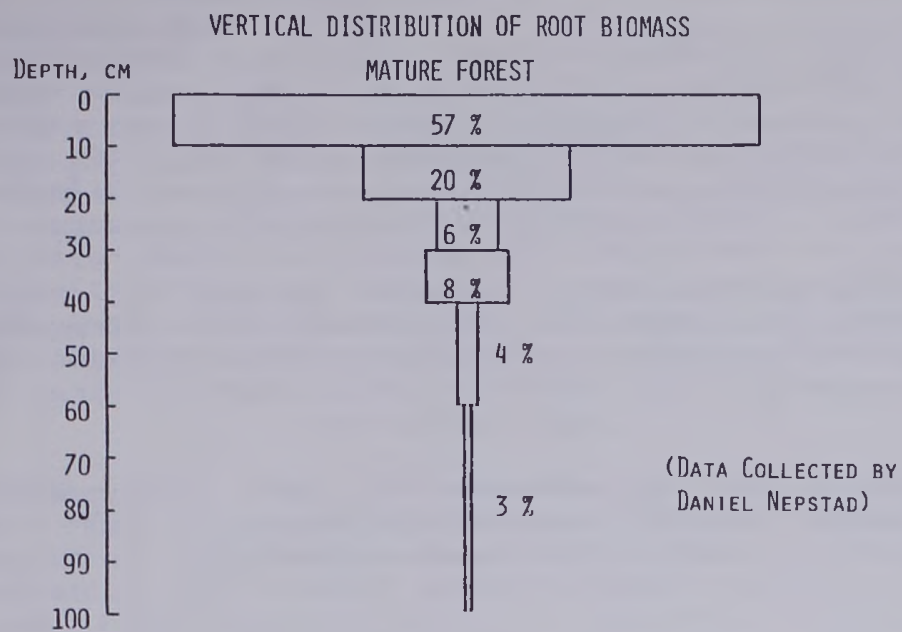


Figure 1. Vertical distribution of root biomass in the Guanica forest.

Un representante de DANIDA en Dinamarca visitó el IDT (ITF) en marzo del 1983 para evaluar tres plantaciones de teca de 7 a 8 años en Puerto Rico y en Santa Cruz, Islas Vírgenes Americanas. Como parte de la evaluación regional de DANIDA de las plantaciones de teca establecidas entre 1975 a 1978, este representante y un técnico de IDT (ITF) obtuvieron datos como sigue: crecimiento en altura y en diámetro sobre la corteza, supervivencia, ramificación, aspereza en la superficie de las hojas, florecida y densidad relativa de la madera (determinada por un probador de madera *Pilodyn*). El análisis detallado de los datos y su interpretación se están llevando a cabo en DANIDA. Los resultados de Puerto Rico se compararán con los datos de pruebas en otras áreas de la región.

Debido a que la semilla de pino Honduras adquirida comercialmente cuesta ahora \$200/kg o aún mas, el establecimiento aquí de huertos para la producción de semillas sería muy beneficioso al reducir costos de programas de repoblación forestal a largo plazo en Puerto Rico. Con esta idea en mente, se llevó a cabo un trabajo cooperativo con la División Forestal del Departamento de Recursos Naturales local para: a) identificar todas las buenas áreas productoras de conos en distintas regiones de la isla, y 2) mejorar la producción de conos y semillas en un huerto de árboles provenientes de semillas y localizado en el sureste de Puerto Rico. Este huerto fue establecido por el Instituto en el 1971. Las familias sobrevivientes provienen de árboles madres en *Mt. Pine Ridge* en Belize. El huerto ha sido aclarado dos veces anteriormente y estudiado en cuanto a forana y defectos propios del rabo de zona (Ledig y Whitmore 1981). Luego, el huerto se le entregará a la División Forestal local para futuro manejo y recolección de semillas.

Se le proveyó entrenamiento en las técnicas de investigación sobre la cotorra a Linda Romagano, candidata al Ph.D. en la Universidad de Rutgers y a los Dres. Robert Merritt y Patricia Bell de la Universidad de Indiana.

in a seedling seed orchard in southeastern Puerto Rico, established by the Institute in 1971. Surviving families are from mother trees of Mt. Pine Ridge in Belize. The orchard was thinned twice previously and studied for form and foxtail defects (Ledig and Whitmore 1981). After thinning, the orchard site will be turned over to the local Forest Division for future management and seed collection.

Training in parrot research techniques was provided to Linda Romagano, Ph.D. candidate at Rutgers University, and Drs. Robert Merritt and Patricia Bell, University of Indiana.

Literature Cited

Alvarez Ruiz, M. 1982. A comparison of the structure and ecology of *Pterocarpus officinalis* Jacq forested wetlands in Puerto Rico. MS Thesis, University of Puerto Rico at Rio Piedras. 96 p.

Glubczynski, A. 1982. The effect of land use on soil organic carbon in subtropical forest life zones in Puerto Rico. MF Thesis, Department of Forestry, University of Illinois.

Ledig, F. T. and J. L. Whitmore. 1981. The calculation and selection intensity to predict gain in a tree improvement program for plantation-grown Honduras pine in Puerto Rico. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-170, 7 p.

Lugo, A.E., M. Applefield, D.J. Pool, and R.B. McDonald. 1983. The impact of Hurricane David on the forests of Dominica. Can. J. For. Res. 13:201-211.

Perez Castro, J.Y. 1982. Estudio de la distribucion de epifitas sobre especies arboreas representativas en Bosque de Palma. M.S. Thesis, University of Puerto Rico at Rio Piedras. 89 p.

INVESTIGACION SOBRE LA COTORRA PUERTORRIQUENA

James J. Wiley

Estación de Campo de Puerto Rico

Centro de Investigaciones en Vida Silvestre de Patuxent

Servicio de Pesca y Vida Silvestre E.U.

Resumen de la Temporada

Por lo menos el 81% de la población de la cotorra puertorriqueña silvestre (*Amazona vitata*) sobrevivía al final de marzo de 1983. Cuatro parejas silvestres pusieron 18 huevos pero solamente el 50% fueron fértiles. Un nido silvestre fracasó después que el macho adulto muriera, aunque los 3 polluelos fueron rescatados. Por medio de una serie de manipulaciones y cuidados, 3 de los nidos produjeron un total de 6 polluelos emplumados. La población cautiva produjo un récord de 8 polluelos, 4 de los cuales fueron cuidados y llevados a nidos silvestres. Dos polluelos silvestres se transfirieron a cautiverio, lo que al añadir 4 polluelos producidos en cautiverio hizo que la bandada contara con 23 cotorras.

Investigación sobre la Cotorra Silvestre

La población de cotorras silvestres mostró buena supervivencia. Del 81 al 88% de la población empollada después de la temporada del 1982 (25-27 aves) vivían hasta la terminación de marzo de 1983. Por lo menos 5 de los 7 polluelos producidos en el 1982 llegaron hasta octubre de 1982. Más tarde, varios vistazos hechos a los polluelos en 3 de las áreas de anidar (Saulte Fork-2 "West Fork-2", y "East Fork #2-2") mostraron buena supervivencia de pájaros jóvenes.

Cuatro parejas de cotorras tradicionales silvestres pusieron huevos, cada una uso sitios de anidar artificiales, o naturales reestructurados, producto los últimos del programa investigativo. Las parejas produjeron 18 huevos, pero, por primera vez desde que se inició el estudio en el 1968, la fertilidad fue baja (50%; Tabla 1). Una hembra (EF#2) no produjo huevos fértiles; también en 1982 no produjo polluelos. Otra hembra (SF) produjo sólo un huevo fértil de los 3 que puso, aunque había mostrado 100% de fertilidad en años anteriores. Durante varios años la hembra WF había tenido un problema de metabolismo en que había fallado en producir huevos con cascarones normales. La mayoría de sus huevos pierden humedad en exceso y los embriones mueren a edad temprana. Durante esta temporada de cría, esta hembra recibió grandes cantidades de calcio y de otros nutrientes necesarios para la formación del cascarón. Como resultado, la mayor parte de sus huevos puestos en 1983 tenían el cascarón más grueso que en años recientes. Un polluelo nació en cautiverio y se añadió a esa bandada.

Se hicieron dos experimentos con doble nidada usando la

Table 1. Production of wild Puerto Rican parrots, Luquillo Forest, 1983.

| Nest | No. eggs | No. fertile | No. hatch | No. fledge | Remarks |
|----------------------------|-------------|----------------|--------------|---------------|--|
| West Fork ^{a/} | | | | | |
| First clutch | 3 | 3 | 1 | 1 | hatched and retained in captivity |
| Second clutch | 3 | 2 | 0 | 4 | 4 chicks fostered into nest |
| East Fork #1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 fostered into WF, 1 to captive flock |
| East Fork #2 ^{a/} | | | | | |
| First clutch | 3 | 0 | | | |
| Second clutch | 3 | 0 | | | 1 captive-produced chick fostered into nest |
| South Fork | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 captive-produced chick added but dies |
| Totals | 18 | 9 | 5 | 5 | 2 retained in captivity, 3 fledge in wild |

^{a/} First clutch removed to encourage pair to lay replacement clutch.

población silvestre para: 1) aumentar la producción de las parejas silvestres, y 2) darle a las hembras del *West Fork* (WF) y del *East Fork* #2 (EF#2) una segunda oportunidad para poner mejores huevos. Ambas pudieron producir segundas nidadas. Por lo menos 2 de los 3 huevos (uno tenía el cascarón muy fino y no desarrollo) en la segunda nidada de la pareja del WF resultaron fértiles. Sin embargo, ninguno de los 3 huevos en la segunda nidada de la pareja del EF#2 desarrollaron.

De los 9 huevos fértiles producidos por las parejas silvestres, 56% sacaron y todos los polluelos emplumaron; tres se produjeron en nidos silvestres y 2 se añadieron a la bandada cautiva. Para estimular la producción de aves silvestres, 4 polluelos de la cotorra puertorriqueña producidos en cautiverio fueron criados en nidos silvestres que tenían nidadas infértiles o crías pequeñas. Tres de estos polluelos criados en cautiverio emplumaron. Un polluelo criado artificialmente murió en un nido silvestre (SF) de causas desconocidas, aunque aparentemente se había estado desarrollando normalmente hasta ese momento. En total, 6 cotorras puertorriqueñas salieron desde nidos silvestres en el 1983.

La pareja EF#1 produjo 3 polluelos saludables, pero durante la primera mitad del periodo de anidar, el adulto macho murió de causas desconocidas. La hembra siguió cuidando los polluelos, pero como los pequeños todavía necesitaban que los cubrieran, ella no podía atenderlos adecuadamente y también procurar alimento. Además, un nuevo par de cotorras empezó a apropiarse el sitio del nido EF#1, complicando aún más la habilidad de la hembra tradicional para cuidar de los polluelos. Se tomó la decisión de cambiar los polluelos al aviario para su protección y estimular a la hembra tradicional a volver a aparearse. También se esperaba que la nueva pareja se apoderara del nido y que pusieran huevos. Aunque la pareja demostró mucho interés en el sitio, no pusieron huevos, y más tarde en la temporada, la cavidad fue tomada por abejas, evitando así que las cotorras pudieran usarla.

Productividad de la Cotorra Puertorriqueña en Cautiverio y de la Cotorra de la Española

En el 1983 se produjo un récord de 10 huevos fértiles puestos por la bandada en cautiverio (Tabla 2). De estos, el 80% sacaron polluelos, una mejoría substancial sobre el éxito de empollar de años anteriores. Esto se atribuye principalmente a un control de la temperatura de incubación más efectivo, como también a una estrategia de cambiar huevos entre la incubación natural y la artificial en periodos críticos en el desarrollo del huevo. De los polluelos que sacaron, el 87.5% emplumaron hasta poder volar (1 de los 8 polluelos murió en un nido silvestre) para un récord durante el programa de 7 polluelos producidos en cautiverio durante este año.

PUERTO RICAN PARROT RESEARCH

James W. Wiley
Puerto Rico Field Station
Patuxent Wildlife Research Center
U.S. Fish and Wildlife Service

Season Summary

At least 81% of the 1982 wild Puerto Rican parrot (*Amazona vittata*) population survived through the end of March 1983. Four wild pairs laid 18 eggs but fertility was only 50%. One wild nest failed after the adult male died, although the 3 chicks were rescued. Through a series of manipulations and fostering, 3 of the nests fledged a total of 6 chicks. The captive population produced a record 8 chicks, 4 of which were fostered into wild nests. Two wild chicks were taken into captivity which, with the addition of 4 captive-produced chicks, brings the flock to 23 parrots.

Wild Parrot Research

The wild parrot population showed good survival, with between 81% and 88% of the 1982 post-breeding season population (25-27 birds) existing through the end of March 1983. At least 5 of the 7 chicks produced in 1982 were seen through October 1982. Several later sightings of chicks in 3 of the nesting areas ("South Fork"-2 chicks, "West Fork"-2, and "East Fork #2"-2) revealed good survival of juvenile birds.

Four traditional pairs of wild parrots laid eggs; each used artificial or re-structured natural nest sites developed in the research program. The pairs laid 18 eggs but, for the first time since the study began in 1968, fertility was low (50%; Table 1). One female (EF#2) laid no fertile eggs and produced no chicks in 1982. Another female (SF) produced only one fertile egg of the 3 laid, although she had displayed 100% fertility in former years. For several years the WF female has had a metabolic problem whereby she has been unable to produce normally-shelled eggs. The majority of her eggs lose excessive moisture and the embryos die at an early age. The female was supplied with large amounts of calcium and other nutrients necessary for eggshell formation during the recent breeding season. As a result, most of her 1983 eggs were thicker-shelled than in recent years. One chick hatched in captivity and was added to the captive flock.

Two double-clutching experiments were performed with the wild population: 1) to increase production of the wild pairs, and 2) to give the West Fork (WF) and East Fork #2 (EF#2) females a second opportunity to lay a better set of eggs. Both were successful in producing second clutches. At least 2 of the 3 eggs (one was too thin-shelled and did not develop) in the WF pair's second clutch were fertile.

En general, la fertilidad de la banda cautiva continuo siendo baja (23.3% de todos los huevos puestos, $n=43$). Solamente 2 parejas cautivas pusieron huevos fértiles. Ocho hembras pusieron un total de 43 huevos (nidada promedio de 5.4 ± 2.6). En un esfuerzo para buscar métodos para mejorar la producción de huevos de las cotorras, se continuaron los experimentos. Se manipularon 5 parejas de cotorras puertorriqueñas para aumentar el tamaño de la nidada: 3 parejas se sometieron a una doble nidada (se le quitó la primera nidada después de completada, para estimular a la hembra a reemplazarla con una segunda nidada), y a 2 parejas (se le quitaron los huevos según los ponían) en una nidada en secuencia. Las nidadas de las aves manipuladas experimentalmente ($X = 6.8 \pm 2.2$) eran más grandes que las de las hembras testigos ($X = 3.0 \pm 0$; $p < 0.05$; prueba Mann-Whitney de dos muestras). Aves con nidadas en secuencia no produjeron más huevos ($X = 8 \pm 2.8$) que hembras con doble nidada ($X = 6.0 \pm 1.7$; $p > 0.05$), aunque una hembra en el experimento anterior produjo 10 huevos en comparación a un máximo de 7 puestos por las hembras de doble nidada.

Cuatro de los polluelos producidos en cautiverio se criaron en nidos silvestres; tres de estos se produjeron en el monte. Los restantes 4 polluelos producidos en cautiverio se añadieron a la bandada cautiva. Otras 2 cotorras de nidos silvestres se añadieron a la bandada: 1 del nido *East Fork* #1 fracasado, 1 para impartirle representación genética adicional a la pareja de *West Fork*. Esto trae la presente bandada cautiva de la cotorra puertorriqueña a 23 aves.

La producción de cotorras de La Española se mantuvo baja intencionalmente porque no se necesitaron polluelos para el trabajo investigativo durante este año y había poco personal de mantenimiento. Siete hembras (una no tuvo compañero) pusieron un total de 30 huevos ($X = 4.3$ huevos/hembras; Tabla 2). Solo una hembra tuvo doble nidada; produjo 9 huevos en comparación a un promedio de 3.5 huevos por nidada en parejas sin manipular ($n=6$). Veinte (76.9%) de los huevos de parejas heterosexuales fueron fértiles y 50% de estos sacaron polluelos. El éxito en la producción de volantones de huevos empollados fue alto (81.8%). Se añadieron nueve polluelos a la bandada cautiva trayendo el total a 30. Varias de estas aves se usarán en una prueba de liberación en la República Dominicana.

De nuevo se criaron polluelos de cotorras de La Española, criadas en cautiverio, en nidos silvestres de la cotorra puertorriqueña donde era muy arriesgado dejar polluelos de nuestras cotorras. Igual que en años anteriores, esta técnica probó ser valiosa en salvar estos nidos. También se usaron cotorras cautivas de La Española para criar varios de los polluelos de la cotorra puertorriqueña, producidos en cautiverio y silvestres.

However, none of the 3 eggs in the EF#2 pair's second clutch showed development.

Of the 9 fertile eggs produced by the wild pairs, 56% hatched and all chicks fledged; 3 fledged from wild nests and 2 were added to the captive flock. To bolster the wild production 4 captive-produced Puerto Rican parrot chicks were fostered into wild nests having infertile clutches or small broods. Three of these captive-produced chicks fledged. One fostered chick died in a wild nest (SF) of unknown causes, although it had apparently been developing normally up to that time. In total, 6 Puerto Rican parrots fledged from wild nests in 1983.

The EF#1 pair produced 3 healthy chicks, but, during the first half of the nestling period, the adult male died of unknown causes. The female continued to care for the chicks, but, because the young birds still required brooding, she was unable to adequately attend them and forage for food. In addition, a new pair of parrots began to take over the EF#1 nest site, further compromising the traditional female's ability to look after chicks. The decision was made to remove the nestlings to the aviary for their safety and to encourage the traditional female to remate. It was also hoped that the new pair would take over the nest site and produce eggs. Although the pair showed considerable interest in the site, no eggs were produced and, later in the season, the cavity was taken over by honeybees, precluding use by the parrots.

Captive Puerto Rican Parrot and Hispaniolan Parrot Productivity

A record 10 fertile eggs were produced by the captive flock in 1983 (Table 2). Of these, 80% hatched showing substantial progress over previous years' hatching success. This is attributable primarily to improved temperature control in artificial incubation and to a strategy of shifting eggs between natural and artificial incubation at critical times in the egg development. Of the chicks that hatched, 87.5% fledged (1 of the 8 chicks died in a wild nest) for a program record of 7 captive-produced chicks this year.

Overall fertility of the captive flock continued to be low (23.3% of all eggs laid, $n=43$), with only 2 captive pairs producing fertile eggs. Eight females laid a total of 43 eggs (mean clutch 5.4 ± 2.6). In continuing experiments to devise methods of increasing parrot egg production, 5 Puerto Rican parrot pairs were manipulated to increase clutch size: 3 pairs were double-clutched (first clutch removed after completion to encourage female to replace it with second clutch), and 2 pairs were sequentially-clutched (each egg removed as it is laid). Clutches of birds experimentally manipulated ($x = 6.8 \pm 2.2$) were larger than those of control females ($x = 3.0 \pm 0$; $p < 0.05$; Mann-Whitney

Table 2. Production by captive Puerto Rican and Hispaniolan parrots at the Puerto Rico Field Station, 1983.

| Pair | No. eggs | No. fertile | No. hatched | No. fledged | Experimental manipulation |
|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|
| <u>Puerto Rican Parrots</u> | | | | | |
| P2 | 3 | 0 | | | |
| P3 | 3 | 0 | | | |
| PR2-a | 4 | 0 | | | Double-clutched |
| PR2-b | 3 | 0 | | | |
| P1 | 3 | 0 | | | |
| PR5 | 10 | 6 | 5 | 5 | Sequentially clutched |
| M1/S1 | 6 | 4 | 3 | 2 | Sequentially clutched |
| E2-a | 3 | 0 | | | Double-clutched |
| E2-b | 1 | 0 | | | |
| S2-a | 4 | 0 | | | Double-clutched |
| S2-b | 3 | 0 | | | |
| Totals | 43 | 10 | 8 | 7 | |
| <u>Hispaniolan Parrot</u> | | | | | |
| HP1 | 3 | 3 | 3 | 2 | |
| HP2 | 4 | 4 | 0 | | |
| HP3 | 4 | 0 | | | Without male |
| HP4-a | 4 | 3 | 3 | 2 | Double-clutched |
| HP4-b | 5 | 2 | 0 | | |
| HP5 | 4 | 4 | 1 | 1 | |
| HP6 | 4 | 3 | 3 | 3 | |
| HP8 | 2 | 1 | 1 | 1 | First breeding |
| Totals | 30 | 20 | 11 | 9 | |

2-sample test). Sequentially-clutched birds did not produce more eggs ($x = 8+2.8$) than double-clutched females ($x = 6.0+1.7$; $p > 0.05$), although one female in the former experiment produced 10 eggs compared to a maximum of 7 by double-clutched females.

Four of the captive-produced chicks were fostered into wild nests; three of these fledged in the wild. The remaining 4 captive-produced chicks were added to the captive flock. Another 2 parrots from wild nests were added to the flock: 1 from the failed East Fork #1 nest, 1 to give additional genetic representation of the West Fork pair. Current captive Puerto Rican parrot flock numbers 23 birds.

Hispaniolan parrot production was intentionally kept below potential as there were no research needs for chicks this year and caretaking staff was low. Seven females (one female did not have a mate) laid a total of 30 eggs ($x = 4.3$ eggs/female; Table 2). Only one female was double-clutched; she produced 9 eggs compared to an average 3.5 eggs per clutch in unmanipulated pairs ($n=6$). Twenty (76.9%) of the eggs from heterosexual pairs were fertile and 50% of these eggs hatched. Fledging success from hatched eggs was high (81.8%). Nine chicks were added to the captive flock bringing its total to 30. Several of these birds will be used in a future release experiment in the Dominican Republic.

Captive-produced Hispaniolan parrot chicks were again fostered into wild Puerto Rican parrot nests where situations were too hazardous to risk leaving Puerto Rican chicks. As in other years, the technique proved invaluable in saving these nests. Captive Hispaniolan parrots were also used to raise several of the captive-produced and wild Puerto Rican parrot chicks.

Literature Cited

Wiley, J. W. 1983. The role of captive propagation in Puerto Rican parrot conservation. P. 441-453 in Proc. Jean Delacour/International Federation for Conservation of Birds Symposium on breeding birds in captivity, Los Angeles, CA., 1983. IFCB. 622 p.

OTRAS INVESTIGACIONES EN VIDA SILVESTRE

Wayne J. Arendt
Técnico en Vida Silvestre

El seguimiento a largo plazo de la dinámica de la población de las aves y de la estructura de la comunidad en el bosque seco de Guánica se continuó (Faaborg 1982) en cooperación con el Dr. John Faaborg (Universidad de Missouri-Columbia). Las poblaciones de pájaros fluctuaron durante un periodo de 5 años de acuerdo con las condiciones de sequía. El número de frugívoras declinó más abruptamente que el de los insectívoros. Bajo condiciones de sequía, aunque muchas plantas que sufren del calor no producen frutos, los insectos producen una fuente de alimento escasa pero predecible. Un análisis más reciente de datos de 10-años sobre el uso de anillas, derivados del estudio de Guánica, le da más fuerza a la creencia de que las fluctuaciones en la población frugívora están correlacionadas positivamente con los patrones en las estaciones de lluvia y la producción de frutos en el bosque. Las poblaciones insectívoras no mostraron fluctuaciones abruptas de un año al otro como sucedió con las frugívoras. Las primeras tienden a limitar el tamaño de la nidada y la reproducción a unos pocos meses húmedos (abril-julio), cuando los insectos son mas abundantes debido a las fuertes lluvias. Sin embargo, cuando en la época reproductiva llueve poco, la población de insectívoros disminuye. Aparentemente las aves que emigran durante el invierno reaccionan, aumentando sus números en el bosque. Aún el número de las especies de aves migratorias durante el invierno aumentan, según se reduce el número de insectívoros residentes debido a una reducción en la reproducción.

En junio de 1983, bajo un convenio cooperativo entre el Servicio Forestal de E.U. y la Universidad de Missouri-Colombia, el Dr. John Faaborg y yo iniciamos una evaluación de la vida silvestre en seis islas de las Antillas Menores: Antigua, Barbuda, Dominica, Santa Lucía, San Vicente y Barbados. Para el mes de julio nos habíamos reunido con funcionarios de los países huéspedes, también habíamos hecho las visitas preliminares a los sitios y habíamos empezado las evaluaciones de la vida silvestre y el habitat necesarias para planificar a fondo el trabajo de campo durante la época de sequía del 1984 (enero-abril). Durante las visitas preliminares a cada isla, continuamos el entrenamiento de los oficiales forestales subalternos. Temprano en el 1983, estos habían recibido instrucción en prácticas forestales y en el manejo de la vida silvestre en el Instituto de Dasonomía Tropical.

Se completó una tesis sobre los efectos del ectoparasitismo de la mosca *Philornis* (mosca de la reinita) sobre una población del Zorzal Pardo o Zorzal Ojiblanco (*Margarops fuscatus*) en las Montañas de Luquillo de Puerto Rico (Arendt 1983). Ambas especies son

OTHER WILDLIFE RESEARCH

Wayne J. Arendt
Wildlife Technician

In cooperation with Dr. John Faaborg (University of Missouri-Columbia), the long-term monitoring of avian population dynamics and community structure in the Guanica dry forest was continued (Faaborg 1982). Drought conditions caused population fluctuation over a 5-yr period. Numbers of frugivores dropped more sharply than those of insectivores. During drought conditions, although many heat-stressed plants do not produce fruits, insects provide a scarce but predictable food resource. A more recent analysis of a 10-yr data set on banding from the Guanica study area further supports the belief that frugivore population fluctuations are positively correlated with seasonal rainfall patterns and fruit productivity in the forest. Insectivore populations, not showing sharp year-to-year population fluctuations as did frugivores, tended to limit clutch size and breeding to a few wet months (April-July) when insects are more plentiful due to heavy rain. However, during years of little rainfall in the breeding season, insectivore populations decrease and migrant wintering residents apparently respond by increasing. Even the number of species of winter migrants increases as numbers of resident insectivores decrease due to a lowered reproductive success.

In June 1983, under a cooperative agreement between the U.S. Forest Service and the University of Missouri-Columbia, Dr. John Faaborg and I began wildlife assessments on six Lesser Antillean Islands: Antigua, Barbuda, Dominica, St. Lucia, St. Vincent, and Barbados. By July, we had met with host-country officials, made the preliminary site visits, and had begun the wildlife/wildlife habitat assessments necessary to plan more in-depth field work during the 1984 dry season (January-April). During our preliminary visits to each island, we continued the training of junior forest officers who had previously received instruction in forestry practices and wildlife management at the Institute of Tropical Forestry in early 1983.

A thesis was completed on the effects of *Philornis* fly (warble fly) ectoparasitism on a population of the Pearly-eyed Thrasher (*Margarops fuscatus*) in the Luquillo Mountains of Puerto Rico (Arendt 1983). Both are well-known threats to the reproductive success of the endangered Puerto Rican Parrot (*Amazona vitatta*).

High instances of warble fly parasitism were found. An average of 96.7% of all nests and 97% of all nestlings was parasitized during the 1981-1982 breeding seasons. Almost 100% of the sampled nests were parasitized each month during the two-yr period. Instances of parasitism increased as warble fly populations increased exponentially by May and June of each year. High instances of parasitism were

enemigos bien conocidos a la exitosa reproducción de la amenazada cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*).

El parasitismo de la mosca de la reinita (*Philornis* sp.) resultó ser alto. En promedio, 96.7% de todos los nidos y 97.0% de todos los pichones estaban parasitados durante las temporadas de reproducción de 1981-82. Casi el 100% de los nidos examinados estuvieron parasitados cada mes durante el periodo de dos años. Los casos de parasitismo aumentaron según las poblaciones de la mosca de la reinita aumentaba exponencialmente en mayo y junio de cada año. Los casos de alto parasitismo estaban correlacionados directamente con la lluvia alta en que grandes números de larvas salidas de los huevos depositados por las hembras de las moscas causaban una alta mortalidad en los pichones jóvenes.

Los patrones de aviposición de las hembras de las moscas adultas cambiaron con la ontogenia del huésped, prefiriendo la parte dorsal y anterior en polluelos, cambiando a ventral y a un parasitismo más extenso según se desarrollaban los cursos de las plumas. Cuando las larvas atacaban áreas sensitivas, (ej., orejas, ojos, cavidad bucal), el ataque no tenía que ser fuerte para causar debilidad y aún la muerte.

El crecimiento y desarrollo de los polluelos del zorzal fue afectado significativamente por el parasitismo de la mosca de la reinita. El parasitismo afectó los polluelos más jóvenes (más pequeños) durante las primeras 1.5 semanas de desarrollo, cuando tan pocas como 5 larvas causaban la muerte de polluelos de una semana de nacidos. Polluelos más viejos que sufrían ataques moderados (31-60 larvas por individuo) y ataques fuertes (más de 60 larvas) sufrieron una retardación significativa en crecimiento y desarrollo y a menudo perecieron víctimas del parasitismo.

Se creyó que el fuerte parasitismo en la población del zorzal pardo o zorzal ojiblanco en las Montañas de Luquillo fuera el resultado de un aparente aumento en contacto entre el parásito y el huésped, resultante del incremento reciente en la densidad del huésped. Mientras que el ectoparasitismo de la mosca de la reinita (*Philornis* sp.) podría reducir considerablemente la población del zorzal, existen señales de que el huésped se está ajustando a un fuerte parasitismo y que pueda continuar existiendo en abundancia en el bosque pluvial.

directly correlated with heavy rains, whereby large numbers of infesting larvae left by ovipositing female flies caused high mortality in young nestlings.

The ovipositing patterns of the adult female flies shifted with the host's ontogeny, with a dorsal and anterior preference in hatchlings, changing to ventral and more extensive parasitism as feather tracts developed. When larvae occurred in sensitive areas (i.e., ears, eyes, buccal cavity), warble loads considered light caused debility or even death.

Growth and development of thrasher nestlings were significantly affected by warble fly parasitism. Parasitism affected younger (smaller) nestlings during the first 1.5 weeks of development, with as few as 5 larvae causing the death of week-old young. Older nestlings suffering from moderate (31-60 larvae per individual) and heavy (greater than 60 larvae) warble loads suffered a significant retardation in growth and development and often died as a result of parasitism.

Heavy parasitism in the Luquillo Mountains population of the Pearly-eyed Thrasher judged the result of an apparent increased contact between parasite and host, which resulted from the host's recent increase in density. While warble fly ectoparasitism may continue to reduce thrasher numbers significantly, signs appear that the host, adjusting to heavy parasitism, may continue to be found in abundance in the rain forest.

Literature Cited

- Faaborg, J. 1982. Avian population fluctuations during drought conditions in Puerto Rico. *Wilson Bull.* 94:20-30.
- Arendt, W.J. 1983. The effects of dipteran ectoparasitism on the growth and development of nestlings of the Pearly-eyed Thrasher (*Margarops fuscatus*) in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. M.A. thesis, University of Missouri-Columbia. 125 p.

ESTUDIOS ESPECIALES

Frank H. Wadsworth
Daseónomo en Investigaciones

Producción de Libro de Texto

Se ha completado el primer borrador de un libro de texto en Producción Forestal para la América Tropical y ha salido para revisión. Este texto, orientado para usarse en universidades en la América Tropical, se espera sea de utilidad para audiencias de habla hispana.

Potenciales de Energía

Se hizo un análisis del potencial del bosque para producir energía para Puerto Rico (Wadsworth, en prensa). El consumo de madera industrial, proyectado hacia la fecha más temprana de madurez de la plantación (2005) es $2.6 \times 10^4 \text{ m}^3$. La necesidad de madera como combustible para satisfacer el consumo de energía eléctrica para los próximos 10 años sería $423 \times 10^4 \text{ m}^3$. Proyecciones similares para combustible para uso de motores y para cocinar equivaldría a $88 \times 10^4 \text{ m}^3$ de madera de combustible. El volumen de madera igual a las necesidades proyectadas de madera para uso industrial se podría producir en 123,000 ha. Si todo el terreno aparentemente disponible se dedicara a producir madera para combustibles (200,000 ha), la producción sostenible equivaldría a un poco más del 10% de las necesidades de energía proyectadas.

Tecnología para Bosques Secundarios

En una ponencia solicitada por la Oficina de Evaluaciones Tecnológicas del Senado de los E.U., se discutió la tecnología del manejo forestal y de las plantaciones (Wadsworth, en prensa). Aquí se resumieron las estadísticas recientes sobre la extensión de los bosques tropicales en el área, su nivel de manejo y su aparente capacidad para producir las necesidades de maderas tropicales. Usando la experiencia en los trópicos obtenida de la literatura, se describieron los méritos relativos y las desventajas de 5 tratamientos silviculturales alternos para bosques secundarios. Estos incluyen "ningún tratamiento" refinación, regeneración natural, plantación bajo cubierta y conversión directa por medio de plantar en campo abierto. Para cada alternativa se compararon las limitaciones y oportunidades técnicas, ambientales, económicas y socio-políticas.

Producción Utilizable de la Madera

Se publicó un capítulo sobre la producción de madera utilizable de los bosques tropicales en Ecosistemas del Mundo, basado en un análisis de datos recientes acerca de la productividad de los bosques tropicales (Wadsworth 1983). Se

SPECIAL STUDIES

Frank H. Wadsworth
Research Forester

Production of Textbook

A complete first draft of a textbook on Forest Production for Tropical America is now out for peer review. The text, intended for university use in tropical America, is expected to serve Spanish-speaking audiences.

Energy Potentials

An analysis was made of the forest energy production potentials for Puerto Rico (Wadsworth, In press). Consumption of industrial wood, projected to the earliest plantation maturity date (2005) is 2.6×10^4 m³. Fuelwood requirements to supply electric energy consumption projected 10 yr would be 423×10^4 m³. Similar projections for motor and cooking fuel would be 88×10^4 m³ of fuelwood. Wood volume equal to projected industrial wood requirements might be produced on 123,000 ha. If all apparently available lands were dedicated to fuelwood production (200,000 ha), the sustainable yield would equal little more than 10% of the projected energy requirements.

Secondary Forest Technologies

A paper requested by the Office of Technology Assessment of the U.S. Senate dealt with secondary forest management and plantation technologies (Wadsworth, In press). It summarized recent statistics on the extent of secondary tropical forests, the rate of change in their area, their level of management and their apparent adequacy to produce tropical wood requirements. Using tropic-wide experience from literature sources, the relative merits and drawbacks of 5 alternative, silvicultural treatments for secondary forests were described. These are "no treatment", refining, natural regeneration, underplanting, and direct conversion by field planting. For each alternative, technical, environmental, economic, and socio-political constraints and opportunities were contrasted.

Usable Wood Production

A chapter on production of usable wood from tropical forests in Ecosystems of the World was published. It was based on analysis of recent data on tropical forest productivity (Wadsworth 1983). Recent consumption of different wood products in the developing countries and the forest land base were summarized. The usable proportion of dry-matter production of moist forests was analyzed, as were studies of actual merchantable wood yields from tropical forests around the world. Plantation yields were compared. Finally, several alternative ratios of plantations to natural

resumió el consumo reciente de los diferentes productos de madera en los países en desarrollo y la base de terrenos forestales. Se analizó la proporción de la producción de materia seca en bosques húmedos que es utilizable, así como los estudios de producción actual de madera comerciable en los bosques tropicales alrededor del mundo. Se comparó la producción de las plantaciones. Finalmente se compararon varias proporciones alternas de plantaciones a bosques naturales como fuentes de las necesidades proyectadas de madera de los trópicos. Se demostró que para el año 2000, si la deforestación y las plantaciones continúan al mismo paso actual, se necesitarían virtualmente todos los bosques naturales remanentes para satisfacer las necesidades de madera. Si la plantación se acelerara 2.5 veces, supliendo 30% de las necesidades proyectadas de madera, casi 1/3 de los bosques remanentes en el año 2000 podrían reservarse para otros propósitos.

Regeneración Natural

Se llevo a cabo un re-análisis de los datos de campo del Reconocimiento Forestal de Puerto Rico de 1980, en consideración de la experiencia en otros lugares del trópico, para ver cuan adecuada era la regeneración natural (Wadsworth y Birdsey, 1982). Considerando la relativa baja mortalidad encontrada en otros lugares en bosques secundarios mejorados y el alto costo de sacrificar árboles inmaduros para la conversión a plantaciones, nos indujo a proponer normas de suficiencia correspondientes a 100 postes (12.5 a 27.5 cm dap) /ha y 250 brinzales (2.5 a 12.5 cm dap). Usando una lista de 21 especies nativas propias para ebanistería, tornería y para otros productos necesarios, el examen del Reconocimiento indicó que de las 97,400 ha de tierras forestales maderables y cubiertas de bosques en Puerto Rico, 23,000 ha o el 24% están adecuadamente provistas con árboles inmaduros de tamaño de postes, con 176/ha con promedio de 18.3 cm dap (dbh). Además, hay 28,000 ha adecuadamente provistas con brinzales, 725/ha con promedio de 5.2 cm dap (dbh). La importancia de esto es que si estos niveles de abundancia de especies útiles prueban ser adecuados, más de la mitad de los bosques inmaduros en terrenos forestales maderables no necesitan plantarse, sino meramente usar prácticas silviculturales.

Carta Noticiosa ISTF

Sucesos de dasonomía tropical a escala mundial se han analizado, resumido y publicado como una contribución editorial a la carta noticiosa trimestral de la Sociedad de Dasonomos Tropicales ISTF NEWS. En los 7 números publicados desde la última carta anual, se han resumido y publicado más de 140 informes técnicos o asuntos noticiosos. La carta noticiosa se publica en inglés y en español y se distribuye como a 1,000 miembros alrededor del mundo.

forests were compared as sources of projected timber requirements of the tropics. By the year 2000, if deforestation and planting proceed at current rates, virtually all remaining natural forests would be required for wood needs. If planting were accelerated 2.5 times, supplying 30% of the projected timber requirements, nearly 1/3 of the forests remaining in the year 2000 could be spared for other purposes.

Natural Regeneration

A reanalysis, in the light of tropical experience elsewhere, of the 1980 Forest Survey of Puerto Rico field data was made to assess the adequacy of natural regeneration (Wadsworth and Birdsey, 1982). Relatively low mortality found elsewhere in crop trees in tended secondary forests, and the high costs of sacrificing immature trees for conversion to plantations, led to proposed standards of adequacy corresponding to 100 poles (12.5 to 27.5 cm dbh) and 250 saplings (2.5 to 12.5 cm dbh/ha). Utilizing a list of 21 native species suitable for cabinet work, turnery, and other needed products, the review of the Survey indicated that, of the 97,400 ha of forest-covered commercial forest lands in Puerto Rico, 23,000 ha or 24% are adequately stocked with pole-sized immature trees, with 176/ha averaging 18.3 cm dbh. In addition, there are 28,000 ha adequately stocked with saplings, 725/ha averaging 5.2 cm dbh. Significantly, if these stocking levels prove indeed to be adequate, more than half of the immature forests on commercial forest lands need no planting but merely silvicultural tending.

ISTF Newsletter

World-wide tropical forestry developments have been analyzed, summarized, and published as an editorial contribution to the International Society of Tropical Foresters quarterly newsletter *ISTF NEWS*. In the 7 issues since the last Annual Letter, more than 140 technical reports or new items were abstracted and published. The newsletter appears in English and Spanish and is distributed to about 1,000 members, world-wide.

Literature Cited

Wadsworth, F. H. Timber and forest energy development potentials for Puerto Rico. In Symposium on Fuels and Feedstocks from Tropical Biomass. (In press).

Wadsworth, F. H. 1982. Secondary forest management and plantation forestry technologies to improve the use of converted tropical lands. Paper requested by Office of Technology Assessment, U.S. Senate, Washington, DC.

Wadsworth, F. H. 1983. Production of usable wood from tropical forests. P. 279-288 in Golley, F. B., ed. Tropical rain forest ecosystems, A. Structure and function.

Chapt. 17. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, The Netherlands.

Wadsworth, F. H., and R. A. Birdsey. 1982. A new look at the forests of Puerto Rico. P. 12-27 in 9th Puerto Rico Dept. of Natural Resources Symp., San Juan.

OTRAS ACTIVIDADES

JoAnne Feheley y Ariel E. Lugo
Técnica de Biblioteca y Líder de Proyecto

Desde la publicación de la última Carta Anual, el personal técnico del Instituto de Dasonomía Tropical ha producido 34 publicaciones sobre investigaciones, muchas de las cuales eran producto de trabajos presentados en coloquios nacionales e internacionales (Tablas 1 y 2).

Los visitantes al Instituto durante el último año y nueve meses se enumeran en la Tabla 3. La Tabla 4 enumera nuestros convenios cooperativos.

Nuestra biblioteca de dasonomía tropical ha tenido que expandir su área. Ahora tenemos un espacio dedicado, casi por completo, a equipo audio-visual, tales como máquinas de microformas y computadoras. Muchas de nuestras funciones, tales como búsqueda de literatura ahora se manejan electrónicamente y recientemente el Servicio Forestal de E.U. desarrolló una red computarizada de información Sci/Tech sirviendo a toda la organización (incluyendo a Puerto Rico y Alaska). En esta etapa inicial se utiliza mayormente para préstamos y mensajes inter-bibliotecarios, pero pronto se espera que el sistema también se use para canalizar un mayor número de solicitudes de información.

Durante la semana del 24-28 de mayo 40 dasonomos del Caribe y otros funcionarios gubernamentales y de agencias internacionales donantes, representando 10 Islas del Caribe, Guyana y los gobiernos de los Estados Unidos y Canada se reunieron en la isla tropical de Santa Lucía para discutir problemas y temas de las Islas del Caribe. Esta fue la primera reunión de Dasonomos del Caribe desde la última que se celebró en Puerto España, Trinidad, en enero 14-23 del 1946. El objetivo de la reunión de Trinidad fue desarrollar prioridades de investigación forestal para la región. Las actas fueron publicadas en el 1947 por el Comité de Agricultura, Nutrición, Pesca y Dasonomía de la Comisión del Caribe, adscritos al Consejo de Investigaciones del Caribe.

El taller de trabajo de Santa Lucía fue organizado por el Sr. Gabriel L. Charles, Supervisor Forestal de Santa Lucía y por el Dr. Ariel E. Lugo. Las agencias que patrocinaron el taller fueron: el Programa del Hombre y la Biosfera (a través de los Directorios de Bosques Tropicales y de las Islas del Caribe); Ministerio de Agricultura de Santa Lucía; Centro de Investigaciones para la Energía y el Ambiente de la Universidad de Puerto Rico; y la Estación Experimental Forestal Sureña del Servicio Forestal de E.U.

Aunque las Islas del Caribe comparten ambientes comunes y problemas forestales comunes, la comunicación y el intercambio de ideas entre los dasonomos no es común. Este taller encaminado a cambiar esta tendencia tuvo los

OTHER ACTIVITIES

JoAnne Feheley and Ariel E. Lugo
Library Technician and Project Leader

Since publication of the last Annual Letter, the Institute of Tropical Forestry staff has produced 34 research publications, several of which were the result of papers given at international and national symposia (Tables 1 and 2).

Visitors to the Institute during the past year and nine months are given in Table 3. Table 4 lists our cooperative agreements.

Our tropical forestry library had to expand its area; we now have a space almost entirely devoted to audio-visual equipment, including microform machines and computer. Many of our functions such as literature searches are now handled electronically. Recently, the U.S. Forest Service developed a service-wide (including Puerto Rico and Alaska) Sci/Tech computerized information network. In this initial stage, it is used mostly for interlibrary loans and messages, but many more informational applications in the system are expected soon.

During the week of May 24-28, forty-five Caribbean foresters and other government officials plus international donor agencies representing ten Caribbean islands, Guayana, and the governments of the United States and Canada met in the tropical island of Saint Lucia to discuss forestry problems and issues in the Caribbean islands. The gathering was the first meeting of Caribbean foresters since they met in Port-of-Spain, Trinidad, January 14-23, 1946. The objective of the Trinidad meeting was to develop forest research priorities for the region and the proceedings were published in 1947 by the Caribbean Commission, Committee on Agriculture, Nutrition, Fisheries and Forestry of the Caribbean Research Council.

The Saint Lucia workshop was organized by Mr. Gabriel L. Charles, Forestry Supervisor of Saint Lucia, and Dr. Ariel E. Lugo. The sponsoring agencies of the Workshop were: the US Man and the Biosphere Program (through its Tropical Forests and Caribbean Islands Directorates), the Ministry of Agriculture of Saint Lucia, the University of Puerto Rico's Center for Energy and Environment Research, and the US Forest Service's Southern Forest Experiment Station.

Although Caribbean islands share common environments and common forestry problems, communication and exchange of ideas among foresters is not common. This workshop intended to reverse this trend and had the following objectives:

1. Bring together senior members of the Departments of Forestry within the Caribbean to discuss common problems

Table 1. Activities participated in by Institute Staff during 1982-83.

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|--|---|---|
| <p>(49)</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Paper presented at University of Puerto Rico. Symposium on Fuels and Feedstocks. ° Lectures to Youth Scientific Group sponsored by Puerto Rico Department of Natural Resources. ° Special consultations requested by Secretary of the Puerto Rico Department of Natural Resources. ° Consultation with State Forester of the Puerto Rico Department of Natural Resources. ° Judge of biological projects at Puerto Rico Department of Education Science Fair. ° Paper presented at Annual Scientific Symposium of the Puerto Rico Department of Natural Resources. ° Consultation with Supervisor of Carite Forest. ° Member of Caribbean National Forest Land Planning Team. | <ul style="list-style-type: none"> ° Technical assistance to U.S. Forest Service Region 8/Puerto Rico Department of Natural Resources Task Force on Tree Improvement and Seed Cone Production in Puerto Rico. ° Consultation on fuelwood crops, AID, Washington, DC. ° 80-page requested paper dealing with techniques for management of tropical plantations and secondary forests, Office of Technology assessment of the U.S. Senate. ° American Forestry Association meetings (participation as National Director) in Washington, DC. ° General Systems Society meeting, Detroit, Michigan. ° U.S. Department of Energy Workshop on CO₂ Program, Coolfont, Va. ° Keynote address at annual meeting of Florida Native Plant Society in Ft. Myers, Fla. ° Papers presented at AIBS Symposium, Pennsylvania State University. | <ul style="list-style-type: none"> ° Orientation (2 wks) for forestry student group from Instituto Superior de Agricultura, Dominican Republic. ° Consultation in Jamaica for AID work on Caribbean pine. ° Consultation in Trinidad for AID work on Caribbean pine. ° Consultation in Venezuela for AID work on Caribbean pine. ° Tropical forestry orientation to student group from Yale University. ° Technical Forestry Courses (2 courses, each 3 months) given to Caribbean islanders. ° Consultation in Haiti on Caribbean pine. ° Keynote Speech at Symposium in Jamaica on Jamaica's Forests. ° Editor of quarterly ISTF News (International Society of Tropical Foresters). |

Table 1. (cont.).

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ° Consultations with Caribbean National Forest personnel on silviculture and arboretum. ° First Symposium on Tropical Ecology: Rain Forests, University of Puerto Rico, Mayaguez Campus. ° Lecture on Forests of Puerto Rico at Antillean College, Mayaguez. ° First meeting of the Puerto Rico Agricultural and Natural Resources Information Network, (REDIAGRENAT DE PUERTO RICO), University of Puerto Rico, Mayaguez Campus. | <ul style="list-style-type: none"> ° Papers presented at AIBS Symposium, North Dakota. ° Meetings of U.S. Forest Service information personnel, and of U.S. Department of Agriculture and State Land - Grant Universities, New Orleans, Louisiana. | <ul style="list-style-type: none"> ° Lecture at the Mediterranean Agronomic Institute, Zaragoza, Spain. ° Consultation for FAO on proposed research and management activities for the Tapajos Forest, Santarem, Brazil. ° Editor of Journal of the Litoral, Natural Sciences Society in Santa Fe, Argentina. ° Forestry training for Peace Corps Volunteers. ° Symposium/Review on San Carlos Ecological Research Project, Caracas, Venezuela. ° Paper presented at Mangrove Workshop, Caracas and Maracaibo, Venezuela. ° Presented papers at Forestry School of The National University, Iquitos, Peru. ° 40th Annual Conference of Special Libraries Association, New Orleans Louisiana. |

Table 2. Committees or delegations with Institute Staff participation. Chairmanship by Institute staff is indicated by (*).

| Commonwealth of Puerto Rico | National | International |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ° Technical Advisory Committee on University of Puerto Rico Botanical Garden.* ° Technical Advisory Committee for Coastal Zone Management. ° Technical Advisory Committee, Puerto Rico Environmental Quality Board. ° Technical Advisory Committee, Puerto Rico Conservation Trust. ° Science Advisory Committee, UPR Center for Energy and Environment Research. | <ul style="list-style-type: none"> ° Member, National Wetlands Technical Council. | <ul style="list-style-type: none"> ° IUFRO/MAB/UFV Symposium on plantations in Neotropics, Brazil. ° Caribbean Forestry Workshop, St. Lucia.* ° AID Caribbean Foresters Planning Meeting with representatives from 5 islands at ITF.* ° Committee on Caribbean Mangroves Project for the IUCN. ° Chairman, Research Committee Latin American Forestry Commission, Lima, Peru.* |

including plantation management, watershed protection, environmental conservation, and wildlife management.

2. Discuss the possibility of establishing a training program for young foresters, concentrating on those officers, who, due to lack of qualifications, are unable to train outside the Caribbean.

3. Establish a system of communication, information collection, and data processing throughout the 1983 Caribbean, possibly through annual gatherings, newsletters and bilateral exchanges.

4. Discuss the effects of natural disasters on forests and watersheds, and their subsequent regeneration.

As a result of the Caribbean foresters meeting, this Institute was awarded a grant from AID to conduct a variety of forestry-related projects in five Caribbean islands. The islands are Antigua, Dominica, Saint Lucia, Saint Vincent, and Barbados. This effort is part of the United States government contribution to the Caribbean Environmental Program of UNESCO and the project includes a forestry survey of Saint Vincent, two training courses for young Caribbean foresters, watershed studies in the five islands, surveys of hurricane damage to natural forests and plantations in Saint Lucia and Dominica, development of use guidelines for mangrove forest areas in several islands, and needed syntheses of information for the region. A one-week planning meeting for the project was held at the Institute in January, 1983. Among those who attended were: Felix Gregoire, Deputy Director of Forestry, Forestry Division, Botanic Garden, Dominica; Dr. Ernest Payne, Deputy Chief Agricultural Officer, Extension and Development, Ministry of Agriculture, Barbados; Ms. Roberta Anthony, Department of Agriculture, Antigua; Mr. Gabriel Charles, Forest Supervisor, Ministry of Agriculture, Forestry Division, Saint Lucia; Dr. James Talbot, U.S. Agency for International Development (AID), Washington, D.C.; Dr. Maynard Nichols, Island Resources Foundation, Virginia Institute of Marine Science, Gloucester, Virginia; Dr. Arsenio Rodriguez, United Nations Environment Programme, Switzerland; Mr. Calvin F. Nicholls, Agricultural Officer, Forestry Division, Ministry of Agriculture and Trade, Saint Vincent; and Dr. John Faaborg, professor in Wildlife at the University of Missouri, Columbia.

The two training courses for Caribbean foresters were successfully given during the year; one from January 31 through April 22, 1983, and the second from June 3 through August 25, 1983. Twenty-four young foresters from seven Caribbean islands completed the courses.

The Institute also held a 17-day training program for 4 Peace Corps volunteers (2 from St. Lucia, 1 from Martinique and 1 from St. Vincent) and a 2 week training courses for 8 foresters from the Dominican Republic. The program involved

Table 3. Visitors to the Institute, 1982-83.

| Name | Institution | Place |
|--------------------------------|---|---------------------|
| Sergio Salcedo | FAO | Chile |
| Dr. E.B. Lauridsen | DANIDA Forest Seed Centre | Humbelback, Denmark |
| Jorge Czerwenka | Department of Wildlife | Dominican Republic |
| Helmut Schorgmayer, Director | Center of Energy Studies and Natural Resources of the Catholic University of Santiago | Dominican Republic |
| Bruce Kernan, Project Director | USAID Forestry Program | Ecuador |
| Augustin Gilloire | Museum National D' Histoire Naturelle | Paris, France |
| Roy Jones, Director | Department of Soil Conservation and Forestry | Jamaica |
| K.D. Porter | Forest Department | Jamaica |
| Veronica Whilby, FAO Fellow | Forestry and Agro-Forestry Program | Jamaica |
| Prof. Bo-Myeong Woo | Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA- Antillian Zone) | Jamaica |
| Michael Bobb | Forestry Division, Ministry of Agriculture | St. Lucia |
| Winston Desir | Forestry Division, Ministry of Agriculture | St. Lucia |

Table 3. (cont.).

| Name | Institution | Place |
|--------------------------------------|---|------------------------|
| Lionel A. Ashton | Ministry of Agriculture | St. Vincent |
| James E. Woods | Ministry of Agriculture | St. Vincent |
| Peter van der Hout | CELOS | Surinam |
| J.C. Dickinson, Consultant | International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) | Morges, Switzerland |
| Dr. Ernesto Medina, Senior Scientist | Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas | Caracas, Venezuela |
| Dean Dr. John C. Gordon | Yale University School of Forestry and Environmental Studies | New Haven, Connecticut |
| Dr. Herbert Bormann | Yale University School of Forestry and Environmental Studies | New Haven, Connecticut |
| Dr. Sandra Brown | Department of Forestry, University of Illinois | Urbana, Illinois |
| Dr. Alex Cruz | University of Colorado | Boulder, Colorado |
| Dr. John Faaborg | University of Missouri | Columbia, Missouri |
| Dr. Peter G. Murphy | Department of Botany and Plant Pathology, Michigan State University | East Lansing, Michigan |

siguientes objetivos:

1. Reunir los miembros de mayor rango de los Departamentos de Dasonomía del Caribe para discutir los problemas comunes, incluyendo manejo de plantaciones, protección de cuencas hidrográficas, conservación del ambiente y manejo de la vida silvestre.

2. Discutir la posibilidad de establecer un programa de entrenamiento para dasonomos jóvenes, concentrándose en aquellos oficiales, que debido a falta de cualificaciones, no les es posible entrenarse fuera del Caribe.

3. Establecer un sistema de comunicaciones, colección de información y procesamiento de datos a través del Caribe, posiblemente por medio de reuniones anuales, cartas noticiosas e intercambios bilaterales.

4. Discutir los efectos de desastres naturales sobre bosques y cuencas hidrográficas y su subsiguiente regeneración.

Como resultado de la reunión de Dasonomos del Caribe, este Instituto recibió una donación de AID (Agencia de Desarrollo Internacional) para realizar una variedad de proyectos relacionados con la dasonomía en cinco Islas del Caribe. Estas islas incluyen Antigua, Dominica, Santa Lucía, San Vicente y Barbados. Este esfuerzo es parte de la contribución del gobierno de los Estados Unidos al Programa Ambiental del Caribe de la UNESCO. El proyecto incluye un reconocimiento forestal de San Vicente, dos cursos de entrenamiento para jóvenes dasonomos caribeños, estudios sobre cuencas hidrográficas en las cinco islas, reconocimiento de daños por huracanes a los bosques naturales y a las plantaciones en Santa Lucía y Dominica, desarrollo de guías para la utilización de los bosques en los manglares de varias islas y la necesaria síntesis de información para la región. En enero de 1983 se celebró una reunión de una semana de duración en el Instituto para planificar el proyecto. Entre los asistentes se encontraban: Felix Gregoire, Director Diputado de Dasonomía, División Forestal, Jardín Botánico, Dominica; Dr. Ernest Payne, Oficial Jefe Agrícola Diputado, Fomento y Desarrollo, Ministerio de Agricultura, Barbados; Ms. Roberta Anthony, Departamento de Agricultura, Antigua; Sr. Gabriel Charles, Supervisor de Bosques, División Forestal, Ministerio de Agricultura, Santa Lucía; Dr. James Talbot, Agencia de E.U. para el Desarrollo Internacional (AID), Washington, D.C.; Dr. Maynard Nichols, Fundación de Recursos Insulares, Instituto de Ciencias Marinas, Glovester, Virginia; Dr. Arsenio Rodríguez, Programa Ambiental, Naciones Unidas, Suiza; Sr. Calvin F. Nicholls, Oficial Agrícola, División Forestal, Ministerio de Agricultura y Comercio, San Vicente; y el Dr. John Faaborg, Profesor de Vida Silvestre en la Universidad de Missouri, Columbia.

field and office activities including natural forest research and management, plantation and nursery techniques, and use of reference material in the library. For the group from the Dominican Republic, emphasis on dry forest management was given. All of the ITF staff participated, as well as local and Federal agencies.

Los dos cursos de entrenamiento se ofrecieron exitosamente durante el año, uno desde enero 31 hasta abril 22, 1983 y el segundo desde junio 3 hasta agosto 25, 1983. Veinticuatro jóvenes dasónomos de siete islas caribenas completaron los cursos.

El Instituto también celebró un programa de entrenamiento para 2 voluntarios de los Cuerpos de Paz de Santa Lucía, 1 de Martinica y 1 de San Vicente y un curso de entrenamiento de 2 semanas para 8 dasónomos de la República Dominicana. El programa abarcó actividades de campo y oficina incluyendo investigación y manejo de bosques naturales, prácticas de viveros y plantaciones y uso de material de referencia en la biblioteca. Al grupo de la República Dominicana se le dio énfasis en el manejo de los bosques secos. Todo el personal técnico del IDT participó, como también las agencias locales y federales.

Table 4. Memoranda and understanding and cooperative agreements of the Institute of Tropical Forestry.

Administrative

Caribbean National Forest and USDA-FS-S) (Research Support Services).

Government of Virgin Islands.

Research

Department of Natural Resources, U.S. Fish and Wildlife Service-Patuxent Wildlife Research Center (Parrot research).

U.S. Geological Survey-Water Resources Divison (Caribbean island watersheds).

Island Resources Foundation.

Michigan State University (Guanica dry forest research) .

University of Puerto Rico-Center for Energy and Environmental Research (Apprenticeship Program for minorities and Women).

University of Georgia Research Foundation, Inc.

University of Wisconsin (Wildlife research).

University of Tennessee.

Ministry of Agriculture, Lands, and Fisheries, Castries, Saint Lucia, W.I.

Ministry of Trade and Agriculture, Kingstown, Saint Vincent and The Grenadines, W.I.

Ministry of Agriculture, Lands, and Fisheries, Roseau, Dominica, W.I.

Trinidad and Tobago Forestry Division, Ministry of Agriculture, Lands, and Food Production.

Ministry of Agriculture, Saint Johns, Antigua, W.I.

University of Missouri-Columbia (Wildlife research).

Research Funded from Outside Sources

AID Proposal: "Growth and Site Relationships of Caribbean Pine Plantations" - Leon H. Liegel.

Interagency Agreement between the U.S. Department of the Interior-National Park Service, Virgin Islands National Park and USDA-FS-SO - Peter L. Weaver.

MAB Research Project: "Dynamics of Tropical Tree Plantations in a MAB Biosphere Reserve" - Ariel E. Lugo and Leon H. Liegel.

MAB Research Project: "Activation of the American Mahogany Germ Bank" - Frank H. Wadsworth.

Collection Agreement between Luis Sierra, A.I.A., and USDA-FS-SO (study of white sands forests in Dorado, P.R.).

University of Puerto Rico-Center for Energy and Environment Research and (Subcontracts with the Universities of Cornell and Illinois) (Funded by DOE, Carbon Dioxide Program).

University of Puerto Rico-Center for Energy and Environment Research Project: "Evaluation of Woody Biomass Species as a Renewable Source".

Service and Technology Transfer

Department of Natural Resources of Puerto Rico.

Department of State-Man and the Biosphere.

Louisiana State University.

The National Academy of Sciences.

U.S. National Committee for Man and the Biosphere-Department of State.

Office of Technology Assessment (OTA)-U.S. Congress.

Man and the Biosphere-UNESCO-Peru.

Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional.

Venezuelan Society of Natural Sciences.

Training

Corporacion Hondurena de Desarrollo Forestal (COHDEFOR).

Peace Corps-Eastern Caribbean.

University of Colorado.

Ministry of Agriculture, Lands, and Fisheries, Castries, Saint Lucia, W.I.

Ministry of Agriculture, Lands, and Fisheries, Roseau, Dominica,
W.I.

Trinidad and Tobago Forestry Division, Ministry of Agriculture,
Lands, and Food Production.

Ministry of Agriculture, Saint John, Antigua, W.I.

APPENDIX

ITF Publications - 1982-83

* Indicates reprints available at ITF.

*Indicación de reimpresos disponibles para distribución.

*Birdsey, R. A., and P. L. Weaver. 1982. The forest resources of Puerto Rico. U.S. Dept. Agric. For. Serv. Res. Bull. SO-85. 59 p.

*Brown, S., G. *Gertner, A. E. Lugo, and J. Novak. 1982. Carbon dioxide dynamics of the biosphere. p. 19-28 in W. J. Mitsch, R. W. Basserman, and J. M. Klopateck (eds.). Energy and ecological modelling. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, The Netherlands.

*Brown, S., and A. E. Lugo. 1982. A comparison of structural and functional characteristics of saltwater and freshwater forested wetlands. p. 109-130 in B. Gopal, R. E. Turner, R. Wetzer, and D. F. Whigham (eds.). Wetlands: ecology and management. National Institute of Ecology, and International Scientific Publications, Jaipur, India.

*Brown, S., and A. E. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica 13(3):161-187.

*Brown, S., A. E. Lugo, and G. Gertner. 1982. Ecological interpretation of atmospheric CO₂ concentration of Mauna Loa. p. 1-8 in S. Brown (ed.). Global dynamics of biospheric carbon. CONF-8108131. U.S. Dept. Energy, Washington, DC.

*Brown, S., A. E. Lugo, S. Silander, and L. Liegel. 1983. Research history and opportunities in the Luquillo Experimental Forest. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Gen. Tech. Rep. SO-44. 128 p.

*Geary, T. F., and R. W. Nobles. 1981. Selection of some exotic tree species for planting in St. Croix, Virgin Islands. p. 303-307 in J. L. Whitmore (ed.). Wood production in the neotropics via plantations. IUFRO Working Group S1-07-09. IUFRO/MAB/U.S. Dept. Agric., For. Serv., Washington, DC.

*Liegel, L. H. 1983. Effects of dry-heat sterilization on chemical properties of Puerto Rican soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis 14(4):277-286.

*Liegel, L. H. 1982. Major issues of plantation establishment on small Caribbean islands. p. 83-92 in A. E. Lugo, and S. Brown (eds.). Forestry in the Caribbean: Proceedings of the first workshop of Caribbean foresters, May 24-28, 1982, Castries, St. Lucia, U.S. MAB Report No. 7. U.S. Man and the Biosphere Program, Washington, DC.

*Lugo, A. E. 1982. La naturaleza y límites del ecosistema puertorriqueño [Nature and limits of the Puerto Rican island ecosystems]. Bol. Acad. Artes y Ciencias de Puerto Rico 19(1-2):1-33.

*Lugo, A. E. 1982. Some aspects of the interaction among nutrient cycling, hydrology, and in wetlands. Water International 7(4):178-184.

*Lugo, A. E., M. Applefield, D. J. Pool, and R. B. McDonald. 1983. The impact of Hurricane David on the forests of Dominica. Canadian Journal of Forestry Research 13(2):201-211.

Lugo, A. E., and S. Brown. 1982. Deforestation in the Brazilian Amazon. Interciencia 7(6):361-362.

Lugo, A. E., and S. Brown. 1982. Almacenaje y producción de materia orgánica en los bosques de Puerto Rico. Potential storage and production of organic matter in Puerto Rican forests (title and abstract in Spanish; text in English). p. 49-68 in Seventh Symposium of Puerto Rico Department of Natural Resources, November 20, 1980, San Juan, PR.

*Lugo, A. E., and S. Brown. 1982. Conversion of tropical moist forests: a critique. Interciencia 7(2):89-93.

*Lugo, A. E., and S. Brown (eds.). 1982. Forestry in the Caribbean: Proceedings of the first workshop of Caribbean foresters, May 24-28, 1982, Castries, St. Lucia, U.S. MAB Report No. 7. U.S. Man and the Biosphere Program, Washington, DC. 137 p.

Lugo, A. E., and S. Brown. 1982. Rebuttal to the "response to the Lugo Brown critique by Myers." Interciencia 7(2):89-93.

*Lugo, A. E., and S. Brown. 1982. The role of tropical forests in the global carbon cycle: state of understanding. p. 15-130 in S. Brown (ed.). Global dynamics of biospheric carbon. CONF-8108131. U.S. Dept. Energy, Washington, DC.

*Lugo, A. E., and S. Brown. 1981. Tropical lands: popular misconceptions. Mazingira 5(2):10-19.

Lugo, A. E., and G. L. Morris. 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad [Ecological systems and humanity]. Monografía No. 23, Serie de Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos [Organization of American States] Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 82 p.

*Lugo, A. E., R. Schmidt, and S. Brown. 1981. Preliminary estimates of storage and production of stemwood and organic

matter in tropical tree plantations. p. 8-17 in J. L. Whitmore (ed.). Wood production in the neotropics via plantation. IUFRO Working Group S1-07-09. September 8-12, 1980. IUFRO/MAB/U.S. Dept. Agric., For. Serv., Washington, DC.

*Lugo, A. E., and C. P. Zucca. 1983. Comparison of litterfall and turnover in two Florida ecosystems. *Florida Scientist* 46(2):101-110.

National Research Council (U.S.) Committee on Selected Biological Problems in the Humid Tropics. 1982. Ecological aspects of development in the humid tropics. National Academy Press, Washington, DC. 297 p. [Ariel E. Lugo on Committee on Selected Biological Problems in the Humid Tropics].

*Schubert, T. H., and J. A. Zambrana. 1982. *Araucaria heterophylla* and *Pinus caribaea*: potential Christmas trees for Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 66(2):145-149.

Wadsworth, F. H. 1982. (review). Plantation forestry in the tropics by Julian Evans. *ISTF NEWS* 3(4):2. [Society of American Foresters, Washington, DC].

*Wadsworth, F. H. 1983. Production of usable wood from tropical forests. p. 279-288 in F. B. Golley (ed.). Tropical rain forest ecosystems, A. Structure and function. Chapter 17. Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam, The Netherlands.

Weaver, P. L. 1983. Forestry research in the Tapajos National Forest, Santarem, Brasil. Brasilia, Brasil. Technical Report. FAO(FO:BRA/82/008). 71 p.

*Weaver, P. L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-190. 24 p.

Weaver, P. L. 1982. Tree diameter increment in an upper montane forest of Puerto Rico. *Turrialba* 32(2):119-122.

Weaver, P. L. 1982. Watershed management in the Caribbean Islands--an outline of principles and concepts. p. 72-82 in A. E. Lugo, and S. Brown (eds.). Forestry in the Caribbean: Proceedings of the first workshop of Caribbean foresters, May 24-28, 1982, Castries, St. Lucia, U.S. MAB Report No. 7. U.S. Man and the Biosphere Program, Washington, DC.

*Whitmore, J. L. 1981. *Eucalyptus deglupta*, *E. urophylla*, and *E. alba* provenances in Puerto Rico. p. 379-385 in J. L. Whitmore (ed.). Wood production in the neotropics via plantations. IUFRO Working Group S1-07-09. IUFRO/MAB/U.S. Dept. Agric., For. Serv., Washington, DC.

*Whitmore, J. L. (ed.). 1981. Wood production in the neotropics via plantations. IUFRO Working Group S1-07-09. September 8-12, 1980. IUFRO/MAB/U.S. Dept. Agric., For. Serv., Washington, DC. 393 p. [Also edition in Spanish].

*Whitmore, J. L., and N. F. de Barros. 1981. *Pinus kesiya* and *P. merkusii* provenance trial in Puerto Rico. p. 368-378 in J. L. Whitmore (ed.). Wood production in the neotropics via plantations. IUFRO Working Group S1-07-09. IUFRO/MAB/U.S. Dept. Agric., For. Serv., Washington, DC.

Wiley, J. W. 1980. The Puerto Rican parrot: (*Amazona vittata*): its decline and the program for its conservation. p. 133-159 in Roger F. Pasquir (ed.). Conservation of new world parrots: Proceedings of the ICBP parrot working group meeting in St. Lucia, 1980. Tech. Publ. No. 1. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Wiley, J. W. 1983. The role of captive propagation in the conservation of the Puerto Rican parrot. p. 441-453 in G. L. Schulman (ed.). Proceedings Jean Delacour/IFCB Symposium on Breeding Birds and Captivity. International Foundation for Conservation of Birds, Los Angeles, CA.

Other publications available for distribution

*Brinson, M. M., A. E. Lugo, and S. Brown. 1981. Primary and secondary productivity in wetlands. Annual Review of Ecology and Systematics 12:123-161.

*Briscoe, C. B. 1962. Tree diameter growth in the dry limestone hills. U.S. Dept. Agric., For. Serv., ITF Trop. For. Note No. 12. 2 p.

*Briscoe, C. B., and R. W. Nobles. 1962. Height growth of mahogany seedlings. U.S. Dept. Agric., For. Serv., ITF Trop. For. Note No. 13. 2 p. [Also in Spanish, "Apuntes Forestales Tropicales" Num. 13].

*Briscoe, C. B., and R. Ybarra-Coronado. 1971. Increasing growth of established teak. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-13. 7 p.

*Brown, S., and A. E. Lugo. 1981. Management and status of U.S. Commercial Marine Fisheries. Council on Environmental Quality, Washington, DC. 45 p.

*Chudnoff, M. 1972. Void volume wood: an any-tree-whole tree use concept. Forest Products Journal 22(6):49-53.

*Chudnoff, M., and T. F. Geary. 1973. On the heritability of wood density in *Swietenia macrophylla*. Turrialba 23(3):359-363.

- *Chudnoff, M., and T. F. Geary. 1973. Terminal shoot elongation and cambial growth rhythms in *Pinus caribaea*. Commonwealth Forestry Review 52(4) No. 154, 317-324.
- *Chudnoff, M., E. D. Maldonado, and E. Goytia. 1966. Solar drying of tropical hardwoods. U.S. Dept. Agric., for. Serv. Res. Pap. ITF-2. 26 p.
- *Crow, T. R., and P. L. Weaver. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-22. 17 p.
- *Englerth, G. H. 1959. Air drying conditions for lumber in the San Juan area, Puerto Rico. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Trop. For. Note No. 1. 2 p.
- *Englerth, G. H., and E. D. Maldonado. 1961. Bamboo for fence posts. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Trop. For. Note No. 6 (also in Spanish "Apuntes Forestales Tropicales" Num. 6). 2 p.
- *Geary, T. F., H. Barres, and R. Ybarra-Coronado. 1973. Seed source variation in Puerto Rico and the Virgin Islands grown mahoganies. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-17. 24 p.
- *Ledig, F. T., and J. L. Whitmore. 1981. The calculation of selection differential and selection intensity to predict gain in a tree improvement program for plantation-grown Honduras pines in Puerto Rico. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. SO-170. 7 p.
- *Little, E. L., Jr., and R. O. Woodbury. 1980. Rare and endemic trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Cons. Res. Rep. No. 27. 26 p.
- *Little, E. L., Jr., and R. O. Woodbury. Trees of the Caribbean National Forest, Puerto Rico. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-20. 27 p.
- *Little, E. L., Jr., R. O. Woodbury, and F. H. Wadsworth. 1976. Flora of Virgin Gorda (British Virgin Islands). U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-21. 36 p.
- *Longwood, F. R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guianas, and British Honduras. U.S. Dept. Agric., For. Serv., Agric. Hndbk. No. 207. 167 p.
- *Lugo, A. E. 1981. The inland mangroves of Inagua. Journal of Natural History 15:845-852.
- *Lugo, A. E., and S. Brown. Tropical forest ecosystems: sources or sinks of atmospheric carbon? Unasylva 32(129):8-13.

- *Lugo, A. E., and S. Brown. 1981. Ecological monitoring in the Luquillo Experimental Forest Biosphere Reserve. *Ambio* 10(23):102-107.
- *Lugo, A. E., F. Quinones Marques, and P. L. Weaver. 1980. La erosion y sedimentacion en Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 16(2-4):143-165.
- *Lugo, A. E., R. Schmidt, and S. Brown. 1981. Tropical forests in the Caribbean. *Ambio* 10(6):318-324.
- *Maldonado, E. D. 1961. Peladora de postes de cadena ajustada. (Translation of "A tight chain post peeler" by W. N. Darwin). U.S. Dept. Agric., For. Serv. *Apuntes Forestales Tropicales* ITF-8.
- *Maldonado, E. D. 1962. Solar radiation used to dry mahogany lumber in Puerto Rico. U.S. Dept. Agric., For. Serv. *Trop. For. Note No. 14*. 2 p., 3 figs. [Also in Spanish, "*Apuntes Forestales Tropicales*" Num. 14].
- *Nobles, R. W., and C. B. Briscoe. 1966. Height growth of mahogany seedlings. U.S. Dept. Agric., For. Serv. *Res. Note ITF-10*. 3 p.
- *Schubert, T. H. 1979. Trees for urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. U.S. Dept. Agric., For. Serv. *Gen. Tech. Rep. SO-27*. 90 p.
- *Venator, C. R., and J. E. Munoz. 1974. Containerized tree production in the tropics. In: *Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium*. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68:334-335.
- *Venator, C. R., and J. A. Zambrana. 1975. Extraction and germination of kadam seed. U.S.D. Dept. Agric., For. Serv. *Res. Note ITF-14A* (revised).
- *Venator, C. R. 1976. Natural selection for drought resistance in *Pinus caribaea* Morelet. *Turrialba* 26(4):381-387.
- *Venator, C. R. 1976. A mutant *Pinus caribaea* var. *hondurensis* seedling incapable of developing normal secondary needles. *Turrialba* 26(1):98-99.
- *Venator, C. R., C. D. Howes, and L. Telek. 1977. Chlorophyll and carotenoid contents of *Pinus caribaea* seedlings and inferences for adaptability. *Turrialba* 27(2):169-173.
- *Venator, C. R., J. E. Munoz, and N. F. Barros. 1977. Root immersion in water; a promising method for successful bare-root planting of Honduras pine. *Turrialba* 27(3):287-291.

*Venator, C. R. 1977. Formation of root storage organs and sprouts in *Pinus oocarpa* seedlings. Turrialba 27(1):41-45.

*Whitmore, J. L. 1978. Bibliography on *Eucalyptus deglupta* Bl. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-17. 18 p.

*Whitmore, J. L. 1978. *Cedrela* provenance trial in Puerto Rico and Saint Croix: establishment phase. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Note ITF-16. 11 p.

*Whitmore, J. L., and G. Hinojosa. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-23. 8 p.

*Whitmore, J. L. 1972. *Pinus merkusii* unsuitable for plantations in Puerto Rico. Turrialba 22(3):351-353.

*Woodbury, R. O., and E. L. Little, Jr. 1976. Flora of Buck Island Reef National Monument (U.S. Virgin Islands). U.S. Dept. Agric., For. Serv. Res. Pap. ITF-19. 27 p.

Publications requests should be addressed to:

Pedidos de cualquiera de las publicaciones disponibles deben ser dirigidos a:

Southern Forest Experiment Station
USDA Forest Service
Institute of Tropical Forestry
P.O. Box AQ
Rio Piedras, Puerto Rico 00928

Our regulations require that our mailing list be updated annually. IF ANY CORRECTION OF YOUR ADDRESS IS NECESSARY, PLEASE INDICATE BOTH YOUR CURRENT AND PREVIOUS ADDRESS AS OUR ADDRESSES ARE FILED BY GEOGRAPHICAL LOCATION.

* * *

Nuestros reglamentos requieren que la lista de distribucion sea revisada anualmente. DE SER NECESARIO CORREGIR SU DIRECCION, FAVOR DE INDICARNOS TANTO SU DIRECCION ACTUAL COMO LA ANTERIOR DEBIDO A QUE NUESTRAS DIRECCIONES SON ARCHIVADAS POR LOCALIZACION GEOGRAFICA.

Current address
Direccion actual

Previous address
Direccion anterior

